WIADOMOŚCI TECHNICZNO-ARTYLERYJSKIE

Nr. 14.

MAJ — CZERWIEC 1932 r.

TREŚĆ:

SOMMAIRE:

UWAGA: Liczby, umieszczone nad tytułami poszczególnych artykułów w tekście, oznaczają symbole klasyfikacji dziesiętnej.

Od Redakcji

Wobec zapytań ze strony P.P. Prenumeratorów, wyjaśniamy, że Nr. 12 Wiadomości Techn.-Artyleryjskich nie należy do kwartalnych dodatków bezpłatnych, a jest to zeszyt I Sprawozdań z prac badawczych Sekcji Uzbrojenia i Sekcji Broni Chemicznej Politechniki Warszawskiej i może być nabywany oddzielnie za opłatą 2 zł. 50 gr. (bez przesyłki pocztowej).

REDAKCJA.

Inż. STETKIEWICZ WACŁAW.

KILKA UWAG O OBLICZANIU LUF DZIAŁOWYCH

W praktyce konstrukcyjnej mamy niejednokrotnie do czynienia z obliczaniem naprężeń w lufach złożonych, niespełniających dwu zasadniczych warunków, a mianowicie takich, w których: po pierwsze — promienie styków pierścieni, tworzących lufę, nie odpowiadają prawu Gadolin'a (nie tworzą postępu geometrycznego), — po drugie — stopień obciążenia poszczególnych pierścieni jest niejednakowy. Wypadek taki zachodzi prawie zawsze przy obliczaniu przerabianych, starych luf, a zajść także może i przy nowo budowanej lufie, której jeden z przekrojów obliczamy z zachowaniem obydwu wymienionych warunków, podczas gdy projektując inne przekroje, jesteśmy zmuszeni dostosować się do ogólnych wymagań konstrukcji, poświęcając względy wykorzystania materjału prostocie budowy i wykonania.

Tymczasem większa część podręczników z tej dziedziny, a między innemi i używana u nas teorja wytrzymałości luf działowych*), oparta na źródłach francuskich, podając ogólną zasadę teorji obliczania luf, zawiera wzory dające się stosować jedynie w wypadkach spełnienia obydwu, a conajmniej drugiego — z powyższych warunków.

Niewątpliwie, iż każdy, kto zna podstawowe wzory Lame'go rozkładu naprężeń w rurze poddanej wewnętrznemu i zewnętrznemu ciśnieniu, oraz posiada niezbędną znajomość matematyki, potrafi

*) „Wytrzymałość luf działowych" — przez ppłk. inż. K. Jakowskiego, Bibl. Nr. 5, Przeglądu Artyleryjskiego.

dać sobie radę w każdym wypadku, który w praktyce może się nadarzyć; niemniej jednak sądzimy, iż byłoby rzeczą wielce pożądaną uwolnić konstruktora od nader żmudnego i zawiłego wyprowadzania sobie wzorów, dając mu je w najogólniejszej formie, łatwej do przekształcenia — stosownie do rodzaju rozpatrywanego zagadnienia.

Podawane dotychczas wzory mają i tę jeszcze wadę, że nie pozwalają bezpośrednio obliczyć wartości naprężeń, powstających w poszczególnych pierścieniach lufy złożonej pod działaniem ciśnienia panującego w przewodzie, lecz tylko — dopuszczalną wartość tego ciśnienia.

Wyobraźmy sobie zatem lufę o promieniach wewnętrznym i zewnętrznym R_0 i R_n, składającą się z n pierścieni, osadzonych jeden na drugim z pewnym zaciskiem (rys. 1), i oznaczmy:

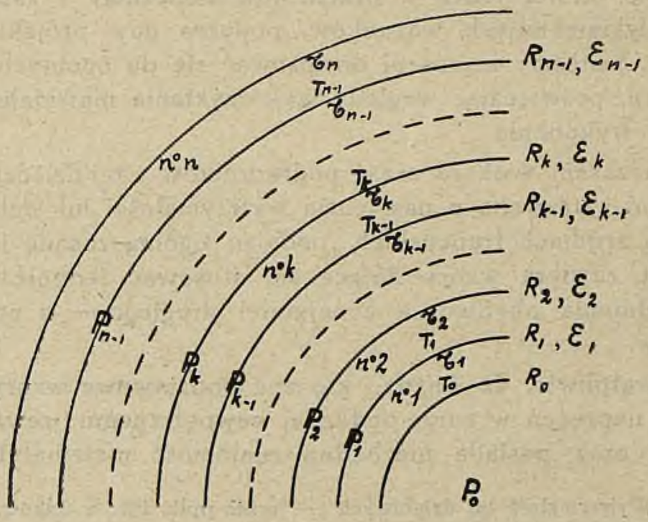
$R_1, R_2, \ldots\ldots R_k \ldots\ldots R_{n-1}$ — promienie styków pierścieni;

$P_1, P_2, \ldots\ldots P_k \ldots\ldots P_{n-1}$ — ciśnienia w stykach;

$T_0, T_1 \ldots\ldots T_{k-1} \ldots\ldots T_{n-1}$ — naprężenia styczne w wewnętrznej warstwie pierścieni;

$\tau_1, \tau_2 \ldots\ldots \tau_k \ldots\ldots \tau_n$ — naprężenia styczne w zewnętrznej warstwie pierścieni;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2 \ldots\ldots \varepsilon_k \ldots\ldots \varepsilon_{n-1}$ — zaciski jednostkowe w poszczególnych stykach, mierzone przy kolejnem na-



Rys. 1.

sadzeniu pierścieni. A więc ε_k jest różnicą pomiędzy zewnętrznym promieniem k zmontowanych już elementów, a wewnętrznym promieniem swobodnego pierścienia n^0 $(k+1)$, podzieloną przez promień styku R_k. Nazwijmy tak określony zacisk, dla łatwiejszego porozumienia się, jednostkowym zaciskiem praktycznym. — Jak przejść od tego zacisku do zacisku bezwzględnego, powiemy poniżej.

Rozpatrzmy najpierw rozkład naprężeń w takiej lufie w stanie spoczynku, to znaczy gdy niema wewnętrznego ciśnienia P_0, gdyż, jak wiadomo, by przejść następnie do stanu równowagi w chwili strzału, wystarczy do algebraicznej wartości naprężeń, w ten sposób uzyskanych, dodać naprężenia powstające w odpowiednich warstwach lufy prostej, o tych samych zewnętrznych wymiarach, co i lufa złożona, pod działaniem wewnętrznego ciśnienia P_0.

Weźmy pierścień n^0k, który mamy nałożyć z zaciskiem na rurę złożoną z $(k-1)$ pierścieni.

Naskutek zacisku ε_{k-1} w styku $(k-1)$ powstanie pewne ciśnienie, które oznaczymy: $\Delta_k P_{k-1}$; oznaczenie takie wskazuje, iż jest to przyrost ciśnienia w styku $(k-1)$, spowodowany nałożeniem pierścienia n^0k. Według tej samej zasady oznaczymy przez $\Delta_k \tau_{k-1}$ i $\Delta_k T_{k-1}$ odpowiednie przyrosty naprężeń τ i T w styku $(k-1)$.

Korzystając ze wzorów Lamé'go*) możemy napisać dla pierścienia n^0k, jako dla rury prostej, poddanej wewnętrznemu ciśnieniu $\Delta_k P_{k-1}$

$$\Delta_k T_{k-1} = \Delta_k P_{k-1} \frac{R^2_k + R^2_{k-1}}{R^2_k - R^2_{k-1}}$$

A uważając $(k-1)$ zmontowanych pierścieni za rurę jednolitą, poddaną zewnętrznemu ciśnieniu $\Delta_k P_{k-1}$, mamy:

$$\Delta_k \tau_{k-1} = -\Delta_k P_{k-1} \frac{R^2_{k-1} + R_0^2}{R^2_{k-1} - R_0^2}$$

Skądinąd wiadomem jest, że:

$$M\varepsilon_{k-1} = \Delta_k T_{k-1} - \Delta_k \tau_{k-1} \quad \text{**)}$$

---

*) $P = P_0 \frac{R_0^2(R_1^2 - R_0^2)}{R^2(R_1^2 - R_0^2)} + P_1 \frac{R_1^2(R^2 - R_0^2)}{R^2(R_1^2 - R_0^2)}$

$T = P_0 \frac{R_0^2(R_1^2 + R^2)}{R^2(R_1^2 - R_0^2)} - P_1 \frac{R_1^2(R^2 + R_0^2)}{R.^2(R_1^2 - R_0^2)}$ — „Wytrzymałość luf działowych" — ppłk. inż. K. Jakowski, str. 20.

**) p. str. 85—86, „Wytrzymałość luf działowych" — ppłk. inż. K. Jakowski.

co po podstawieniu powyższych wartości daje:

$$M\varepsilon_{k-1} = \Delta_k P_{k-1} \frac{2R^2_{k-1}(R^2_k - R^2_0)}{(R^2_k - R^2_{k-1})(R^2_{k-1} - R^2_0)}$$

lub:

$$\Delta_k P_{k-1} = M\varepsilon_{k-1} \frac{(R^2_k - R^2_{k-1})(R^2_{k-1} - R^2_0)}{2R^2_{k-1}(R^2_k - R^2_0)} \tag{1}$$

a zatem:

$$\Delta_k T_{k-1} = M\varepsilon_{k-1} \frac{(R^2_k + R^2_{k-1})(R^2_{k-1} - R^2_0)}{2R^2_{k-1}(R^2_k - R^2_0)} \tag{2}$$

oraz

$$\Delta_k \tau_{k-1} = - M\varepsilon_{k-1} \frac{(R^2_k - R^2_{k-1})(R^2_{k-1} + R^2_0)}{2R^2_{k-1}(R^2_k - R^2_0)} \tag{3}$$

Zobaczymy teraz, jaki przyrost naprężeń P_{k-1} i T_{k-1} będzie odpowiadał nasadzeniu pierścienia $n^0 n$. Wyobraźmy sobie przeto, że następne $(n—k—1)$ pierścieni zostały już nałożone. Z chwilą nasadzania pierścienia $n^0 n$ w styku $(n—1)$ powstanie ciśnienie, które stosownie do przyjętej zasady oznaczymy: $\Delta_n P_{n-1}$, skutkiem którego naprężenia P_{k-1} i T_{k-1} wzrosną odpowiednio o $\Delta_n P_{k-1}$ i $\Delta_n T_{k-1}$; przyrosty te na podstawie wzorów Lamé'go możemy wyrazić:

$$\Delta_n P_{k-1} = \Delta_n P_{n-1} \frac{R^2_{n-1}(R^2_{k-1} + R^2_0)}{R^2_{k-1}(R^2_{n-1} - R^2_0)}$$

oraz

$$\Delta_n T_{k-1} = \Delta_n P_{n-1} \frac{R^2_{n-1}(R^2_{k-1} - R^2_0)}{R^2_{k-1}(R^2_{n-1} - R^2_0)}$$

uważając rurę złożoną z $(n—1)$ elementów za rurę prostą i rozpatrując jej warstwę R_{k-1}.

Analogicznie do (1) mamy:

$$\Delta_n P_{n-1} = M\varepsilon_{n-1} \frac{(R^2_n - R^2_{n-1})(R^2_{n-1} - R^2_0)}{2R^2_{n-1}(R^2_n - R^2_0)}$$

a podstawiając tę wartość do dwu poprzednich równań, otrzymamy:

$$\Delta_n T_{K-1} = - M\varepsilon_{n-1} \frac{(R^2_n - R^2_{n-1})(R^2_{k-1} + R^2_0)}{2R^2_{k-1}(R^2_n - R^2_0)} \tag{1'}$$

$$\Delta_n P_{k-1} = M\varepsilon_{n-1} \frac{(R^2_n - R^2_{n-1})(R^2_{k-1} - R^2_0)}{2R^2_{k-1}(R^2_n - R^2_0)} \tag{2'}$$

Aby znaleźć całkowity przyrost naprężeń T_{k-1} i P_{k-1} spowodowany włożeniem nań wszystkich $(n - k)$ elementów, należy zsumować te przyrosty dla każdego z $(n - k)$ elementów z osobna, otrzymane z dwu ostatnich równań przez podstawienie w miejsce n liczby oznaczającej kolejność nakładanego elementu.

W ten sposób mamy:

$$\sum_{n=k+1}^{n=n} \Delta_n T_{k-1} = - \sum_{n=k+1}^{n=n} M \varepsilon_{n-1} \frac{(R_n^2 - R_{n-1}^2)(R_{k-1}^2 + R_0^2)}{2 R_{k-1}^2 (R_n^2 - R_0^2)}$$

i

$$\sum_{n=k+1}^{n=n} \Delta_n P_{k-1} = \sum_{n=k+1}^{n=n} M \varepsilon_{n-1} \frac{(R_n^2 - R_{n-1}^2)(R_{k-1}^2 - R_0^2)}{2 R_{k-1}^2 (R_n^2 - R_0^2)}$$

co wraz z przyrostami (1) i (2) da nam całkowite wartości naprężeń T_{k-1} i P_{k-1} w stanie spoczynku:

$$T_{k-1} = M \varepsilon_{k-1} \frac{(R_k^2 + R_{k-1}^2)(R_{k-1}^2 - R_0^2)}{2 R_{k-1}^2 (R_k^2 - R_0^2)} - \sum_{n=k+1}^{n=n} M \varepsilon_{n-1} \frac{(R_n^2 - R_{n-1}^2)(R_{k-1}^2 + R_0^2)}{2 R_{k-1}^2 (R_n^2 - R_0^2)} \tag{4}$$

$$P_{k-1} = M \varepsilon_{k-1} \frac{(R_k^2 - R_{k-1}^2)(R_{k-1}^2 - R_0^2)}{2 R_{k-1}^2 (R_k^2 - R_0^2)} + \sum_{n=k+1}^{n=n} M \varepsilon_{n-1} \frac{(R_n^2 - R_{n-1}^2)(R_{k-1}^2 - R_0^2)}{2 R_{k-1}^2 (R_n - R_0^2)}. \tag{5}$$

Zsumowanie dwu powyższych równań daje:

$$T_{k-1} + P_{k-1} = M \varepsilon_{k-1} \frac{R_k^2 (R_{k-1}^2 - R_0^2)}{R_{k-1}^2 (R_k^2 - R_0^2)} - \sum_{n=k+1}^{n=n} M \varepsilon_{n-1} \frac{R_0^2 (R_n^1 - R_{n-1}^2)}{R_{k-1}^2 (R_n^2 - R_0^2)}. \tag{6}$$

Aby przejść teraz do wytrzymałości pierścienia $n^0\,k$ w chwili strzału, pod działaniem ciśnienia P_0, panującego w przewodzie lufy, zauważymy, że w lufie prostej o promieniu wewnętrznym R_0 i zewnętrznem R_n, ciśnienie to wywołuje w warstwie R_{k-1} następujące naprężenia styczne:

$$T = P_0 \frac{R_0^2 (R_n^2 + R_{k-1}^2)}{R_{k-1}^2 (R_n^2 - R_0^2)}$$

i normalne:

$$P = P_0 \frac{R_0^2 (R_n^2 - R_{k-1}^2)}{R_{k-1}^2 (R_n^2 - R_0^2)}.$$

Sumując te naprężenia z naprężeniami (4) i (5) otrzymamy naprężenia, istniejące w wewnętrznej warstwie elementu $n_0\,k$ w chwili strzału:

$$T_{k-1} = P_0 \frac{R_0^2 (R_n^2 + R^2_{k-1})}{R^2_{k-1} (R^2_n - R_0^2)} + M\varepsilon_{k-1} \frac{(R_k^2 + R^2_{k-1})(R^2_{k-1} - R_0^2)}{2R^2_{k-1}(R_k^2 - R^2_0)} -$$

$$- \sum_{n=k+1}^{n=n} M\varepsilon_{n-1} \frac{(R_n^2 - R^2_{n-1})(R^2_{k-1} + R_0^2)}{2R^2_{k-1}(R_n^2 - R_0^2)} \qquad (4')$$

$$P_{k-1} = P_0 \frac{R_0^2 (R_n^2 - R^2_{k-1})}{R^2_{k-1} (R_n^2 - R_0^2)} + M\varepsilon_{k-1} \frac{(R_k^2 - R^2_{k-1})(R^2_{k-1} - R_0^2)}{2R^2_{k-1}(R_k^2 - R_0^2)} +$$

$$\sum_{n=k+1}^{n=n} M\varepsilon_{n-1} \frac{(R_n^2 - R^2_{n-1})(R^2_{k-1} - R_0^2)}{2R^2_{k-1}(R_n^2 - R_0^2)} \qquad (5')$$

skąd:

$$T_{k-1} + P_{k-1} = P_0 \frac{2R_n^2 R_0^2}{R^2_{k-1}(R_n^2 - R_0^2)} + M\varepsilon_{k-1} \frac{R_k^2 (R^2_{k-1} - R_0^2)}{R^2_{k-1}(R_k^2 - R_0^2)} - \qquad (6')$$

$$- \sum_{n=k+1}^{n=n} M\varepsilon_{n-1} \frac{R_0^2 (R_n^2 - R^2_{n-1})}{R^2_{k-1}(R_n^2 - R_0^2)}.$$

Aby wewnętrzna warstwa pierścienia $n^0\,k$ nie uległa pod wpływem tych naprężeń trwałemu odkształceniu, trzeba stosownie

do hipotezy Coulomb-Malaval'a, by ich suma nie przekraczała granicy sprężystości materjału pierścienia, to znaczy, by:

$$T_{k-1} + P_{k-1} < E_k$$

a uwzględniając (6) i (6′)

$$\left| M\,\varepsilon_{k-1} \frac{R_k^2 (R^2_{k-1} - R_0^2)}{R_{k-1}\,(R_k^2 - R_0^2)} - \sum_{n=k+1}^{n=n} M\,\varepsilon_{n-1} \frac{R_0^2 (R_n^2 - R^2_{n-1})}{R^2_{k-1}\,(R_n^2 - R_0^2)} \right| < E_k \quad (7)$$

$$\left| P_0 \frac{2 R_n^2 R_0^2}{R^2_{k-1}\,(R_k^2 - R_0^2)} + M\,\varepsilon_{k-1} \frac{R_k^2 (R^2_{k-1} - R_0^2)}{R^2_{k-1}\,(R_k^2 - R_0^2)} - \right.$$

$$\left. - \sum_{n=k+1}^{n=n} M\,\varepsilon_{n-1} \frac{R_0^2 (R_n^2 - R^2_{n-1})}{R^2_{k-1}\,(R_n^2 - R_0^2)} \right| < E_k \quad (7')$$

Lewe człony powyższych nierówności wzięte są w nawias, aby pokazać, iż należy brać ich wartość bezwzględną.

Równania (4), (4′), (5), (5′), (6) i (6′) pozwalają obliczyć naprężenia w wewnętrznej, a więc najbardziej narażonej warstwie pierścienia $n_0\,k$ przy dowolnych wartościach zacisków i dowolnych promieniach styków. Nierówności (7) i (7′) ustalają podwójny warunek wytrzymałości tegoż pierścienia w tych samych warunkach.

Jeżeli nierówność (7′) rozwiązać względem P_0, to w ten sposób otrzymana nowa nierówność daje granicę wartości P_0, nienaruszających wytrzymałości pierścienia $n^0\,k$. Granicą tą będzie oczywiście ta wartość P_0, która omawianą nierówność zamienia w równanie:

$$T_{k-1} + P_{k-1} = E_k\,.$$

Wartość ta będzie najwyższem dopuszczalnem dla pierścienia $n_0\,k$ ciśnieniem wewnętrznem; oznaczmy je przez P_{mk}.

Mamy zatem:

$$P_{mk} = E_k \frac{R^2_{k-1}\,(R_k^2 - R_0^2)}{2 R_k^2 + R_0^2} - M\,\varepsilon_{k-1} \frac{(R_n^2 - R_0^2)\,(R^2_{k-1} R_0^2) R_k^2}{2 R_n^2 R_0^2 \,(R_k^2 - R_0^2)}$$

$$+ \frac{R_{k-1}\,(R_n^2 - R_0^2)}{2 R_n^2 R_0^2} \sum_{n=k+1}^{n=n} M\,\varepsilon_{n-1} \frac{R_0^2 (R_n^2 - R^2_{n-1})}{R^2_{k-1}\,(R_n^2 - R_0^2)} \quad (8)$$

Równania powyższe, aczkolwiek wydają się zawiłe, są w istocie nader proste w zastosowaniu do skończonej ilości pierścieni.

Weźmy dla przykładu lufę złożoną z 2 elementów. Mamy więc: $n = 2$. Czyniąc kolejno $k = 1$ i $k = 2$, otrzymamy wartości naprężeń oraz najwyższe dopuszczalne dla wewnętrznej i zewnętrznej rury ciśnienia.

Dla rury wewnętrznej, to zn. przy $k = 1$ mamy:

Z równania (4')

$$T_0 = P_0 \frac{R_2^2 + R_0^2}{R_2^2 - R_0^2} + 0 - M\varepsilon_1 \frac{R_2^2 - R_1^2}{R_2^2 - R_0^2}$$

z równania (5')

$$P_0 = P_0$$

z równania (8)

$$P_{m0} = E_1 \frac{R_2^2 - R_0^2}{2R_2^2} - 0 + M\varepsilon_1 \frac{R_2^2 - R_1^2}{2R_2^2}.$$

Dla rury zewnętrznej, to zn. dla $k = 2$:

z równania (4')

$$T_1 = P_0 \frac{R^0{}_2(R_2^2 + R_1^2)}{R_1^2(R_2^2 - R_0^2)} + M\varepsilon_1 \frac{(R_2^2 + R_1^2)(R_1^2 - R_0^2)}{2R_1^2(R_2^2 - R_0^2)} - 0$$

z równania (5')

$$P_2 = P_0 \frac{R_0^2(R_2^2 - R_1^2)}{R_1^2(R_2^2 - R_0^2)} + M\varepsilon_1 \frac{(R_2^2 - R_1^2)(R_1^2 - R_0^2)}{2R_1^2(R_2^2 - R_0^2)} + 0$$

z równania (8)

$$P_{m1} = \varepsilon_2 \frac{R_1^2(R_2^2 - R_0^2)}{2R_2^2 R_0^2} - M\varepsilon_1 \frac{R_1^2 - R_0^2}{2R_0^2} + 0$$

Jest rzeczą godną uwagi, że otrzymane wyrażenia dla lufy złożonej są ważne i wtedy, gdy zacisk jest ujemny, to zn. innemi słowy, gdy zamiast zacisku mamy grę pomiędzy dwoma sąsiadującemi pierścieniami *), — wypadek spotykany przy rdzeniach wy-

*) Porównaj „Wytrzymałość luf działowych" ppłk. K. Jakowski, str. 220-223.

miennych. Słowem dla obliczeń lufy „koszulkowanej" wystarczy w podanych wzorach zmienić znak przy ε w odpowiednim styku, przyczem jest rzeczą najzupełniej obojętną, czy lufa będzie złożona z kilku pierścieni, czy też będzie jednolita.

Pozostało nam jeszcze do wyjaśnienia, jak przejść od przyjętego przez nas zacisku praktycznego do wartości jednostkowego zacisku bezwzględnego, t. j. do stosunku różnicy pomiędzy wewnętrznym promieniem swobodnego pierścienia $n^0 (k+1)$, a zewnętrznym promieniem pierścienia $n^0 k$, do promienia styku.

W tym celu wróćmy do chwili nakładania pierścienia $n^0 k$, Ustaliliśmy już, iż po nałożeniu tego pierścienia w styku R_{k-1} powstanie przyrost ciśnienia $\Delta_k P_{k-1}$, określony równaniem (1). Ciśnienie to wywoła w zewnętrznej warstwie omawianego pierścienia przyrost naprężenia stycznego, który stosownie do wzorów Lamé'go będzie wynosił:

$$\Delta_k \tau_k = \Delta_k P_{k-1} \frac{2 R^2_{k-1}}{R_k^2 - R^2_{k-1}}$$

Podstawiając na $\Delta_k P_{k-1}$ jedo wartość z (1), mamy:

$$\Delta_k \tau_k = M \varepsilon_{k-1} \frac{R^2_{k-1} - R_0^2}{R_k^2 - R_0^2} \tag{9}$$

Przez nałożenie pierścienia $n^0 (k+1)$, wywołany w styku R_k przyrost ciśnienia $\Delta_{k+1} P_k$, spowoduje w zewnętrznej warstwie pierścienia $n^0 k$ nowy przyrost naprężenia stycznego $\Delta_{k+1} \tau_k$, jak również w wewnętrznej warstwie pierścienia $(k+1)$ — przyrost naprężenia stycznego $\Delta_{k+1} T_k$; przyrosty te na podstawie wzorów Lamé'go wyrażają się odpowiednio:

$$\Delta_{k+1} \tau_k' = - \Delta_{k+1} P_k \frac{R_k^2 + R_0^2}{R^2_k - R_0^2}$$

i

$$\Delta_{k+1} T_k = \Delta_{k+1} P_k \frac{R^2_{k+1} + R_k^2}{R^2_{k+1} - R_k^2}$$

Ponieważ zaś analogicznie do (1) mamy, że:

$$\Delta_{k+1} P_k = M \varepsilon_k \frac{(R^2_{k+1} - R_k^2)(R_k^2 - R_0^2)}{2 R_k^2 (R^2_{k+1} - R_0^2)}$$

przeto:

$$\Delta_{k+1}\,\tau_k = -M\,\varepsilon_k\,\frac{(R^2_{k+1} - R_k^2)\,(R_k^2 + R_0^2)}{2\,R_k^2\,(R^2_{k+1} - R_0^2)} \tag{9'}$$

oraz:

$$\Delta_{k+1}\,T_k = M\,\varepsilon_k\,\frac{(R^2_{k+1} + R_k^2)\,(R_k^2 - R_0^2)}{2\,R_k^2\,(R^2_{k+1} - R_0^2)} \tag{10}$$

Równanie (10) podaje całkowite naprężenie styczne, panujące w rozpatrywanej chwili w wewnętrznej warstwie pierścienia n^0 $(k+1)$, algebraiczna zaś suma (9) i (9') — takież samo naprężenie w zewnętrznej warstwie pierścienia $n^0\,k$; różnica tych dwu naprężeń jest równa, jak wiadomo, iloczynowi modułu Jung'a przez jednostkowy zacisk bezwzględny w styku R_k, a zatem:

$$M\,S_k = M\,\varepsilon_k\,\frac{(R^2_{k+1} + R^2_k)\,(R^2_k - R_0^2)}{2\,R_k^2\,(R^2_{k+1} - R_0^2)} - \Big[\,M\,\varepsilon_{k+1}\,\frac{R^2_{k-1} - R_0^2}{R_k^2 - R_0^2} -$$

$$- M\,\varepsilon_k\,\frac{(R^2_{k+1} - R_k^2)\,(R_k^2 + R_0^2)}{2\,R_k^2\,(R^2_{k+1} - R_0^2)}$$

co po uproszczeniu daje:

$$S_k = \varepsilon_k - \varepsilon_{k-1}\,\frac{R^2_{k-1} - R_0^2}{R_k^2 - R_0^2} \tag{10}$$

Wzór ten pozwala obliczyć jednostkowy zacisk bezwzględny, znając jednostkowy zacisk praktyczny.

Możemy przeto napisać:

$$\varepsilon_1 = S_1$$

$$\varepsilon_2 = S_2 + \varepsilon_1\,\frac{R_1^2 - R_0^2}{R_2^2 - R_0^2}$$

— — — — — — — — —

— — — — — — — — —

$$\varepsilon_k = S_k + \varepsilon_{k-1}\,\frac{R^2_{k-1} - R_0^2}{R_k^2 - R_0^2}$$

mnożąc te równania odpowiednio przez

$$\frac{R_1^2 - R_0^2}{R_k^2 - R_0^2}\,;\;\frac{R_2^2 - R_0^2}{R_k^2 - R_0^2}$$

i t. d. z wyjątkiem ostatniego, a następnie dodając je stronami, otrzymamy:

$$\varepsilon_k = S_1 \frac{R^2{}_1 - R^2{}_0}{R_k^2 - R_0^2} + S_2 \frac{R_2^2 - R_0^2}{R_k^2 - R_0^2} + \ldots\ldots + S_{k-1} \frac{R^2{}_{k-1} - R_0^2}{R_k^2 - R_0^2}$$

$$+ S_k = \frac{1}{R_k^2 - R_0^2} \sum_{k=1}^{k=k} S_k (R_k^2 - R_0^2) \qquad (11)$$

Równanie to pozwala obliczyć jednostkowy zacisk praktyczny, gdy są znane jednostkowe zaciski bezwzględne.

Powróćmy teraz jeszcze raz do równania (8), określającego najwyższą dopuszczalną dla elementu $n^0 k$ wartość ciśnienia wewnętrznego. Wykorzystanie materjału lufy będzie najkorzystniejsze oczywiście wtedy, gdy wszystkie elementy jej pod działaniem panującego w przewodzie ciśnienia, będą jednakowo obciążone, czyli wtedy, gdy najwyższe dopuszczalne wartości ciśnienia wewnętrznego dla poszczególnych elementów będą dla wszystkich elementów jednakowe. Prowadzi to do szeregu równań:

$$P_{m1} = P_{m2} = \ldots\ldots = P_{mk} = \ldots\ldots = P_{mn} = P_m$$

Szereg ten zostanie spełniony przez wartości, które spełniają równanie:

$$P_{m(k+1)} = P_{mk}$$

to zaś ostatnie, po podstawieniu wartości z (8), daje:

$$E_k \frac{R_{k1}^2 (R_n^2 - R_0^2)}{2 R_n^2 R_0^2} - M \varepsilon_{k-1} \frac{(R_n^2 - R_0^2)(R^2{}_{k-1} - R_0^2) R_k^2}{2 R_n^2 R_0^2 (R^2{}_{k-1} - R_0^2)}$$

$$+ \frac{(R_n^2 - R_0^2) R_{k-1}^2}{2 R_n^2 R_0^2} \sum_{n=k+1}^{n=k} M \varepsilon_{n-1} \frac{(R_n^2 - R_{n-1}) R_0^2}{(R_n^2 - R_0^2) R_{k-1}^2} =$$

$$= E_{k+1} \frac{R_n^2 (R_n^2 - R_0^2)}{2 R_n^2 R_0^2} - M \varepsilon_k \frac{(R_n^2 - R_0^2)(R_k^2 - R_0^2) R^2{}_{k+1}}{2 R_n^2 R_0^2 (R^2{}_{k+1} - R_0^2)}$$

$$+ \frac{(R_n^2 - R_0^2) R_k^2}{2 R_n^2 R_0^2} \sum_{n=k+2}^{n=n} M \varepsilon_{n-1} \frac{(R_n^2 - R^2{}_{n-1}) R_0^2}{(R_n^2 - R_0^2) R_k^2};$$

zważywszy zaś, że różnica ostatnich wyrazów obydwu stron tego równania wynosi:

$$\frac{R_n^2 - R_0^2}{2\,R_n^2}\,M\varepsilon_k\,\frac{R^2_{k+1} - R_k^2}{R^2_{k+1} - R_0^2}$$

możemy napisać:

$$E_k\,\frac{R^2_{k-1}}{R_k^2} - M\varepsilon_{k-1}\,\frac{R^2_{k-1} - R_0^2}{R_k^2 - R_0^2} = E_{k+1} - M\varepsilon_k$$

skąd:

$$M\varepsilon_k = E_{k-1} - E_k\,\frac{R^2_{k-1}}{R_k^2} = M\varepsilon_{k-1}\,\frac{R^2_{k-1} - R_0^2}{R_k^2 - R_0^2}\,; \qquad (12)$$

Równanie to wskazuje, w jakim stosunku powinny być zaciski poszczególnych styków, aby wszystkie elementy lufy były równomiernie obciążone.

Dalszej przeróbki otrzymanych równań zaniechamy, albowiem doprowadziłoby to nas do powszechnie znanych wzorów, określających moc sprężystą lufy złożonej z n elementów. Istotnie w związku z równaniem (12), równanie (8) daje znane wyrażenie mocy sprężystej lufy złożonej:

$$P_m = \frac{E_1}{2}\left(1 - \frac{R_0^2}{R_1^2}\right) + \frac{E_2}{2}\left(1 - \frac{R_1^2}{R_2^2}\right) + \ldots$$

$$\ldots + \frac{E_n}{2}\left(1 - \frac{R^2_{n-1}}{R_n^2}\right)^{*)}$$

które w założeniu, że promienie styków tworzą postęp geometryczny (prawo Gadolin'a), prowadzi do wyrażenia najwyższej mocy sprężystej lufy złożonej, a mianowicie:

$$P_m = E\left(1 - \frac{R_0^2}{R_1^2}\right)^{**)}$$

---

*) P. „Wytrzymałość luf działowych" — ppłk. inż. K. Jakowski str. 96 i 98.

**) d — tto.

Kpt. inż. HANKA WACŁAW.

WAŻNIEJSZE WADY, WYSTĘPUJĄCE PODCZAS PRODUKCJI AMUNICJI MAŁOKALIBROWEJ ORAZ ICH WPŁYW NA JEJ UŻYTECZNOŚĆ I KONSERWACJĘ.*)

WSTĘP.

Warunki techniczne przewidują przy fabrykacji sprzętu uzbrojenia lub jego elementów istnienie rozmaitych wad o większem lub mniejszem znaczeniu.

Zupełne wykluczenie tych wad jest z różnych względów niemożliwe. W oznaczeniu więc dopuszczalności pewnego ich procentu należy się kierować mniejszemi lub większemi skutkami ich istnienia; przyczem pewne wady z powodu swych skutków nie mogą zupełnie zachodzić.

Występujące wady, ze względu na ich wpływ — bądź to na stopień użyteczności sprzętu, bądź też na jego konserwację, są zazwyczaj podzielone na rozmaite kategorje.

Nadmienię przytem, że nieraz pozornie zdawałoby się, że im ostrzejsze będą warunki techniczne w odniesieniu do procentu dopuszczalnych wad, to tem samem otrzymany produkt, dostosowany ściśle do tych warunków, bezwzględnie będzie lepszy — co w rzeczywistości nie zawsze jest prawdziwe, gdyż niejednokrotnie pewna

*) Odczyt wygłoszony w Dep. Uzbr. 20.XII.1930 r.

wada albo błąd elementu lub gotowego produktu, działając na pewne zjawisko ujemnie, może jednocześnie pod innym względem okazać się zaletą.

Typowym takim przykładem powyższego twierdzenia są naprzykład pewne luzy w broni, spowodowane niedokładnem dopasowaniem niektórych części składowych. Luzy te do niedawna jeszcze traktowane były jako duża wada, a to zapewne ze względów estetycznych i konserwacyjnych, obecnie zaś próby wykazały, że luzy te, dopuszczane w pewnych granicach, działają bardzo korzystnie na stopień celności broni.

Z drugiej zaś strony wiemy, że zaostrzając warunki techniczne, tworzymy przez to sprzęt droższy oraz trudniejszy do wykonania i opanowania w produkcji.

Podając poniżej ważniejsze wady, występujące w elementach i w gotowej amunicji, oraz ich wpływy na użyteczność i konserwację, omówię przykładowo ostrą amunicję małokalibrową z pominięciem wad, które mogą istnieć w produkcji materjałów wybuchowych.

Wady, które powstają podczas produkcji elementów, jak i gotowej broni małokalibrowej, podzielić możemy:

a) na takie, które można podczas produkcji wykryć wzrokowo z wyglądu zewnętrznego i wysegregować (np. rysy, zadry, zanieczyszczenia i t. p.);

b) na wady, dotyczące niedokładności wymiarów i ciężarów. Wady te dają się wyeliminować przy pomocy różnych sprawdziadzianów lub automatycznych maszyn kontrolnych i wag, a elementy (lub amunicję) z takiemi wadami można usunąć lub naprawić;

c) na wady, występujące podczas prób strzelania amunicją i podczas prób mechanicznych. Powstanie tych wad w większości wypadków jest skutkiem użycia wadliwych materjałów lub też niewłaściwego sposobu fabrykacji (np. niewypały, opóźnione wypały, pękanie łusek podczas strzelania, wypadanie kapiszonów, duże wypływy gazów, pękanie płaszczy pocisków i t. p.).

Wykrycie tych wad podczas fabrykacji jest trudne lub niemożliwe, a partja elementów lub amunicji z takiemi wadami nadaje się tylko do zabrakowania.

Z tych właśnie przyczyn materjał na amunicję powinien być dokładnie laboratoryjnie zbadany pod względem składu chemicznego, struktury i własności mechanicznych (wytrzymałość, ciągliwość, twardość i t. d.).

§ 1. Wady, występujące podczas produkcji pocisków ostrych (Mausera, „S“ kal. 7,92 m/m).

Ważniejsze wady na wygląd zewnętrzny pocisków są następujące: rysy, zadraśnięcia, łupki, wgniecenia i znaki od uderzeń szkodliwe przy strzelaniu, jak i nieszkodliwe przy strzelaniu, jednak bardzo znaczne; następnie: pęknięcia, szczeliny, naderwania, dziury, szkodliwe łupki i łuskwiny; nieznaczne pęknięcia na zawinięciu płaszcza nieprzechodzące na boczne powierzchnie; nieprzyleganie zagiętych brzegów płaszcza do rdzenia, czyli złe zasaturowanie.

Pociski z powyższemi wadami winny być wyeliminowane, gdyż wady powyższe, jak np. ostre rysy w postaci karbów, silniejsze zadraśnięcia i t. d., nie tyle może wpływają na celność, jak na wytrzymałość płaszczy pocisków podczas strzelania, prócz tego zaś pociski z powyższemi wadami nie budzą zaufania żołnierza do takiej amunicji.

Wada taka, jak złe zasaturowanie pocisków, wpływa w znacznym stopniu na celność, czyli, że pociski takie dają większy rozrzut podczas strzelania. O szkodliwości wyżej wymienionych wad winno decydować każdorazowo przeprowadzone strzelanie.

Do mniej ważnych wad zalicza się następujące:

nieczysty wygląd, plamy zewnętrzne, powierzchowne lub nieznacznie płytkie rysy, zadraśnięcia, nierówności, łupki i wgniecenia, nieszkodliwe łuskwiny, uszkodzenia wierzchołka pocisku, odciski pierścieniowe przy wierzchołku, nie wpływające na kształt pocisku i t. p.

Według rozmaitych prób, przeprowadzonych z pociskami z powyżej wymienionemi wadami, okazało się, że są one bez wpływu na użyteczność amunicji i jej konserwację, — z wyjątkiem małych plam, a nawet ich śladów, o ile są tego rodzaju, że mogą podczas przechowywania spowodować psucie się materjału.

Wobec tego uważam, że dopuszczalny procent tych wad mógłby być bardziej podniesiony w stosunku do procentu przewidzianego na te wady w warunkach technicznych (w/g warunków technicznych, wady te mogą być tolerowane od 1% do 2% — w ogólnej zaś ocenie odsetek nie powinien przekraczać 8%).

Dla przykładu podaję, że pociski francuskie (tombakowe) z rozbrojonej amunicji, które posiadają dość silne wgłębienia (centki) od kleszczy przyrządu rozbrajającego, zachowują się podczas strzelania prawie tak samo, jak i pociski nowe i posiadają normalną szybkość początkową, rozrzut, oraz są bez wpływu na ciśnienie w broni.

Wady, które uniemożliwiają, lub choćby utrudniają elaborację, winny być usunięte, a ze względów estetycznych i zaufania żołnierza do amunicji, nawet powierzchowne wady, pomimo że są bez szkodliwych wpływów, nie powinny być w dużym stopniu tolerowane (szczególnie podczas pokoju).

Wymiary, kształt i ciężar pocisków są bardzo ważne, gdyż w znacznym stopniu wpływają na użyteczność amunicji i własności balistyczne pocisków, t. j. na donośność, skuteczność, rozrzut i t. d.

Jednym z ważniejszych wymiarów jest średnica pocisku (kaliber). Zaduża średnica pocisku wywołuje większe tarcie pocisku w lufie, a tem samem większe rozgrzanie się lufy broni, oraz wzrost maksymalnego ciśnienia i do pewnego stopnia wpływa na donośność i rozrzut. Jeżeli średnica ta byłaby w znacznym stopniu większa od normalnej, to może być powodem zdeformowania pocisku w lufie, wykruszenia lufy i t. p.

Średnica zamała wywołuje niekorzystne wyprzedzanie pocisku przez gazy miotające, a tem samem zmniejszenie energji ruchu (kinetycznej) pocisku. Wada ta w dużym stopniu może wpłynąć na donośność i rozrzut amunicji. Zbyt mała średnica utrudnia dobre złączenie pocisku z łuską, oraz powoduje, że pocisk nie otrzymuje wcale lub nie otrzymuje odpowiedniej ilości obrotów, wskutek czego może koziołkować lub uderzyć bokiem w cel.

Dwie powyższe wady mogą być w małym procencie tolerowane, z tem jednak, że należy ustalić granicę dopuszczalnego błędu, przyczem należy zwrócić uwagę, że średnica zaduża jest większą wadą, aniżeli zamała.

Kształt przedniej części pocisku (układ łuków i przejść z jednej krzywizny w drugą) wpływa dość znacznie na rozrzut. Próby wykazały, że, naprzykład, małe zwiększenie promienia zaokrąglenia przedniej części pocisku spowodowało dość znaczne zwiększenie rozrzutu.

Jeżeli pocisk posiada w tylnej swej części stożkowe zakończenie (ogon pocisku), to zbyt duża ostrość tego ściętego stożka wpływa ujemnie na celność.

Ciężar pocisku wpływa na ciśnienie, odrzut broni, donośność i rozrzut.

Pociski zaciężkie powodują wzrost ciśnienia i odrzutu broni, co nie jest korzystne dla trwałości broni oraz dla strzelca, jednak donośność takich pocisków i celność są lepsze. Natomiast pociski

o ciężarze zmniejszonym posiadają mniejszą donośność i dają większy rozrzut. Z powyższego wynika, iż pociski zbyt ciężkie są w każdym razie lepsze od pocisków zbyt lekkich.

Przy dopuszczaniu pewnego procentu tych wad należy ustalić dla nich odpowiednią granicę.

Ponieważ pociski z wyżej podanemi wadami dadzą się łatwo wysegregować przy użyciu odpowiednich automatycznych maszyn i wag kontrolnych, dlatego też dopuszczalny procent tych wad może być znacznie zaostrzony (prócz tych wypadków, gdzie są już zwężone tolerancje, w celu uniknięcia szkodliwych wad).

Przy próbach strzelania winno się używać karabinu w należytym stanie dobrze wypróbowanego (o znanych własnościach), oraz prochu i łusek wzorcowych, a naboje do prób winny być dokładnie zelaborowane, celem usunięcia innych wpływów.

Ważnejsze wady pocisków, jakie występować mogą podczas prób strzelania, są następujące:

1) Zniekształcenie lub pęknięcie płaszczy pocisków podczas prób strzelania ze zmniejszoną szybkością (600 m/sek.) do studni z wodą. Wady te wystąpić mogą wskutek wadliwego materjału płaszczy.

2) Zaduży rozrzut podczas prób strzelania (serjami) na celność pocisków. O ile wymiary, kształt i ciężar pocisków są zachowane, to błąd ten nie powinien występować.

3) Skośne uderzenie pocisku w tarczę. Przyczyną tego błędu może być: zamała stabilizacja pocisku lub ekscentryczność osi pocisku, albo złe położenie jego środka ciężkości.

Ujawnione wyżej wady podczas strzelania w swych skutkach są tego rodzaju, że mogą być do pewnego procentu tolerowane.

Zaznaczę przytem, że, naprzykład, pewne wahania rozrzutu amunicji przy strzelaniu grupowem lub z karabinów maszynowych nie mają wielkiego znaczenia na skutęczność ognia.

Na zakończenie tego paragrafu nadmienię, że szczególniejszą uwagę przy badaniach materjału zwracać należy na materjał, przeznaczony do produkcji płaszczy, gdyż jest to bardzo ważna część pocisku karabinowego. Płaszcz ten powinien mieć odpowiednią wytrzymałość i plastyczność, ponieważ płaszcz pocisku karabinowego, wrzynając się w gwinty lufy, nadaje pociskowi ruch obrotowy i stanowi pewne uszczelnienie przeciw wyprzedzaniu gazów.

§ 2. Wady, występujące w produkcji kapiszonów.

a) Pod względem wyglądu zewnętrznego mogą występować następujące wady:

1. Plamy i zanieczyszczenia miseczki kapiszona, szkodliwe ze względu na konserwację, t. j. takie, które powodować mogą psucie się materjału miseczki lub masy zapałowej. Do plam szkodliwych należą: wszelkie rodzaje śniedzi (zieleń), pozostałości kwasowe i t. p.

Wady tego rodzaju mogłyby być tylko wtedy w pewnym procencie tolerowane, o ile kapiszony są przeznaczone do natychmiastowego zużycia. Plamki w postaci tlenków są bez wpływu. Plamy na cynfolji i lekkie okopcenia, powstałe przy prasowaniu przez wybuchy sąsiednich kapiszonów, mogą być do pewnego stopnia tolerowane.

2. *Większe rysy* na dnie i bokach miseczki, przez które przenikać może wilgoć, lub rysy głębsze na dnie miseczki, które mogą powodować pęknięcia jej w chwili uderzenia iglicą, a tem samem wsteczny ruch gazów szkodliwy dla broni i jej działania (zacięcia karabinu maszynowego) — są niedopuszczalne.

Większe rysy na bocznych ściankach miseczki mogą również powodować wypływy gazów miotających.

Większe wkląśnięcia dna miseczki nie mogą być tolerowane, gdyż w czasie powstania tej wady podczas elaboracji mogłoby nastąpić wykruszanie się masy zapałowej, wskutek czego często powstają niewypały, gdyż iglicą przy uderzeniu może nie natrafić na masę zapałową.

3. Brak cynfolji może spowodować zawilgotnienie masy zapałowej kapiszona (chociaż masa zapałowa sprasowana nie łatwo wchłania wilgoć), a co najważniejsze — nie chroni masy od wszelkich pobudek mechanicznych (wstrząsów i t. p.), mogących powodować wybuch kapiszona lub wykruszenie masy, co może być przyczyną niewypału podczas strzelania.

4. Rysy na cynfolji, odstawanie cynfolji, jej częściowe nieprzyleganie do bocznych ścianek miseczki, brzegi karbowane miseczki i wiele innych, mogą być, zdaniem mojem, w większym procencie tolerowane, niż to przewidują warunki techniczne.

(W niektórych wytwórniach zagranicznych — Rosja — kapiszony z takiemi wadami były segregowane na odpowiednie klasy).

b) Pod względem wymiarów niedopuszczalne są: przekroczenia tolerancyj wysokości miseczki, wysokości masy zapałowej kapiszona, średnicy zewnętrznej i grubości dna miseczki.

Wymiary wysokości miseczki i masy zapałowej są bardzo ważne ze względu na działanie kapiszona podczas strzelania lub kapiszonowania łusek.

Za wysoka miseczka w czasie kapiszonowania jest przyczyną jego deformowania się (w następstwie czego jest możliwy niewypał podczas strzelania).

Za wysoka zaś masa zapałowa może spowodować wybuch przy kapiszonowaniu łuski, a o ile przyczyną tego jest złe jej zaprasowanie, to nastąpić może niewypał podczas strzelania.

Wymiar średnicy zewnętrznej kapiszona ważny jest ze względu na szczelność i dokładność zakapiszonowania.

Grubość dna miseczki jest również wymiarem ważnym, gdyż zacienkie dno może być przyczyną przebicia kapiszona iglicą podczas strzelania.

Próby kapiszonów strzelaniem należy wykonywać łuskami o sprawdzonych wymiarach kowadełka i gniazdka łuski oraz zakapiszonowania łuski. Próby na przebicie kapiszona winno się wykonywać przy maksymalnem napięciu sprężyny iglicznej i maksymalnym występie grota iglicznego; na działanie eksplozji kapiszona — winno być odwrotnie.

c) Ważniejsze wady, jakie mogą wystąpić podczas strzelania są następujące:

Wypadnięcie kapiszona, przebicie kapiszona, wypływy wsteczne gazów i niewypał.

Wszystkie te wady nie powinny występować, o ile wymiary wymienione w pkt b) są dokładne.

O ile jednak, pomimo dokładności wymiarów, wady te podczas prób strzelaniem zachodzą, to przyczyną może być tylko wadliwy materjał miseczki lub masy zapałowej. Od tych czynników zależy również czułość kapiszona, którą sprawdza się próbą kafarową.

Wszystkie wady wymienione w niniejszym paragrafie nie mogą być tolerowane i to tembardziej, jeśli kapiszony są przeznaczone dla amunicji do karabinów maszynowych lub lotnictwa.

Dodam jeszcze, że niewypał może nastąpić wskutek braku masy zapałowej, pomimo idealnej kontroli kapiszonów, przeznaczonych do kapiszonowania.

Przyczyna tkwi w tem, że nieraz podczas automatycznego kapiszonowania może w podajniku maszyny zapalić się (bez eksplozji) jeden kapiszon, a od niego i sąsiednie, wskutek czego łuska zostaje zakapiszonowana kapiszonem bez masy.

§ 3. Wady występujące w czasie fabrykacji łusek karabinowych.

a) Do ważniejszych wad, które wykryć można przeglądem zewnętrznym, oprócz wad wymienionych w § 2 pkt. a), (występujących przy fabrykacji miseczek kapiszonów), należą jeszcze takie, jak brak kanalików ogniowych, ich zanieczyszczenie lub zatkanie (jeden kanalik wystarczy, by strzał nastąpił).

Wady pod postacią silniejszych rys lub karbów podłużnych, a w szczególności poprzecznych, są dla łusek bardzo szkodliwe, gdyż powodować mogą pękanie ich podczas strzelania, co niekorzystnie wpływa na trwałość broni; poza tem takiej łuski już dalej rekonstruować nie można (do amunicji ślepej, a newet i ostrej podczas wojny). Rysy poprzeczne w postaci karbu bezwzględnie istnieć nie mogą, gdyż podczas strzelania nastąpić może zerwanie łuski, a przez to bardzo często zagwożdżenie broni.

Przy przeglądzie łusek szczególniejszą uwagę należy zwrócić, aby na powierzchni gniazdka łuski nie było żadnych gradów i rys, gdyż wywołać one mogą zdeformowanie kapiszonów podczas elaboracji (kapiszonowania), wypływy gazów podczas strzelania i złe uszczelnienie między kapiszonem a powierzchnią gniazdka łuski.

Chociaż miejsce pomiędzy kapiszonem a powierzchnią gniazdka jest zalakierowane (po zakapiszonowaniu łuski), to jednak należy wziąć pod uwagę, że najlepsze uszczelnienie uzyska się, jeżeli miseczka kapiszona dokładnie styka się z powierzchnią gniazdka łuski (najlepsze uszczelnienie we wszystkich wypadkach daje zawsze dobrze dopasowany metal na metal);

b) wszystkie wymiary łuski powinny znajdować się w granicach pewnej tolerancji, ściśle określonej warunkami technicznemi.

Z ważniejszych jednak wad wymiarowych są:

Za mała lub za duża średnica wewnętrzna szyjki, średnica gniazdka, wysokość gniazdka, wysokość kowadełka, oraz pojemność i kształt zewnętrzny łuski.

Za duża średnica szyjki utrudnia dobre złączenie pocisku z łuską, za mała — może być powodem pęknięcia szyjki w czasie

łączenia, lub spowoduje wewnętrzne napięcia w materjale szyjki, co ujemnie wpływa na jej wytrzymałość tak podczas strzelania, jak i konserwacji.

Zbyt duża średnica gniazdka powoduje złe zakapiszonowanie pod względem wypadnięcia kapiszona podczas strzelania, szczelności i wypływu gazów; za mała zaś średnica powoduje deformację kapiszona w chwili jego wprasowania w gniazdko.

Wymiar wysokości gniazdka, a w szczególności kowadełka, wpływa na działanie kapiszona podczas kapiszonowania jak i strzelania, przyczem za wysokie kowadełko spowodować może wypał przy kapiszonowaniu, a kowadełko za niskie — niewypał podczas strzelania.

Wobec powyższego powiedzieć możemy, że wady, dotyczące gniazdka łuski nie powinny być pod żadnym względem tolerowane i to tembardziej, o ile łuski przeznaczone są do karabinów maszynowych.

Pojemność łuski wpływa na gęstość ładunku miotającego, a tem samem w pewnym stopniu na charakter przebiegu linji ciśnień. (Małe wahania pojemności łuski są prawie bez wpływu).

Wady wszystkich innych wymiarów, dotyczących kształtu zewnętrznego łuski, mogą być tylko wtedy do pewnego stopnia tolerowane, o ile są bez wpływu na dobre funkcjonowanie podczas ładowania, jak i podczas strzelania;

c) badanie łusek ze względu na ich wytrzymałość i zachowanie się podczas strzelania wykonywa się przy użyciu dokładnie sprawdzonych kapiszonów przy normalnem, oraz zwiększonem ciśnieniu.

Wady, które występować mogą podczas prób łusek strzelaniem (z winy łusek), są następujące: zacięcia łuski w broni, pęknięcia podłużne i poprzeczne, oberwanie się części łuski lub kowadełka, niewypały, wypadnięcie kapiszona, wypływy gazów, wszelkiego rodzaju smugi i t. p.

Jeżeli łuski nie posiadają wad wymienionych w pkt. a) i b) niniejszego paragrafu, a podczas strzelania wystąpią podane wyżej wady, to przyczyną tego jest wadliwy materjał, albo też nieodpowiednia ich fabrykacja.

Zacięcia łuski w broni (t. j. trudność wyjęcia łuski po wystrzale) mogą być wywołane niedokładnem sprężynowaniem materjału łuski, lub złym stanem broni. W chwili wystrzału, pod wpływem wysokiego ciśnienia (przeszło 3.000 atmosfer), łuska winna

się rozszerzyć, przylegając do wewnętrznej powierzchni komory ładunkowej w broni i następnie prędzej niż materjał lufy — wrócić (w określonym stopniu) do pierwotnych wymiarów.

Tego rodzaju wada, jak zacięcie łuski w broni, absolutnie (w żadnym procencie) nie może być tolerowaną.

Wszelkie pęknięcia łusek podczas strzelania powodują do pewnego stopnia zarysowania się wewnętrznej powierzchni komory broni, a tem samem zmniejsza się trwałość broni.

Wszelkie pęknięcia łusek są przeważnie spowodowane istnieniem napięć wewnętrznych w materjale łuski. Napięcia te powstają podczas ciągów, przy użyciu nieodpowiednich narzędzi ciągowych, lub wskutek nieodpowiedniego wyżarzenia (obróbka termiczna) między poszczególnemi operacjami ciągowemi łusek. Napięcia te wewnętrzne przeważnie pojawiają się w szyjce i w stożku przejściowym, gdyż w tych miejscach materjał łuski najwięcej jest przemęczony intensywnemi operacjami mechanicznemi podczas jej produkcji.

Te napięcia wewnętrzne są również główną przyczyną samoczynnych pęknięć szyjek łusek (a nawet kadłubów przy stożku przejściowym) w czasie przechowywania amunicji w składach (p. Przegląd Art. Nr. 4 z 1927 r. str. 260 „Pęknięcia łusek karabinowych").

Z procentu otrzymanych samoczynnych pęknięć łusek z przeglądu amunicji Mausera w składach fabrykacji różnych firm i różnych lat wyrobu — można było przyjść do wniosku, że powyższe pękania szyjek w pierwszym rzędzie zależą od firmy, która łuski produkowała.

Wynika stąd, że wada ta zależy przeważnie od sposobu fabrykacji łusek, a w szczególności od dokładnej obróbki termicznej (wyżarzanie), odbywającej się między poszczególnemi ciągami.

Jednym ze sposobów przeciwdziałania temu do pewnego stopnia jest lekkie wyżarzenie (opalanie) szyjek łusek przed elaboracją naboi.

Wady wskutek ujawnienia się pęknięć podłużnych w łuskach podczas strzelania mogą być do pewnego stopnia dopuszczalne, przyczem szczególniejszą uwagę należy zwrócić na pęknięcia poprzeczne, jako bardziej szkodliwe.

Oberwanie się łuski podczas strzelania należy do wad najbardziej szkodliwych, gdyż wskutek tego następują często zagwożdzenia broni.

Oberwanie się kowadełka łuski jest o tyle szkodliwe, że kowadełko to przeważnie pozostaje w lufie, więc przy następnym strzale, o ile nie wyleci prędzej od pocisku, spowodować może uszkodzenie przewodu lufy; poza tem jest to bardzo niepożądana i niebezpieczna w swoich skutkach wada, o ile występuje w amunicji ślepej, gdyż kowadełko, wylatując z lufy broni, działa rażąco.

Niewypały i wypadnięcia kapiszona zależne są tylko od dokładności wymiarów kowadełka i gniazdka kapiszona (patrz ust. b).

Wypływy gazów, a w szczególności smugi są już mniej szkodliwe w swoich skutkach, więc mogą być w dość znacznym procencie dopuszczalne.

Badanie łusek pod względem ich wytrzymałości i zachowania się podczas ładowania i strzelania wykonywa się przy użyciu kapiszonów dokładnie sprawdzonych, oraz broni o precyzyjnej komorze nabojowej.

Próby powyższe należy wykonywać przy normalnem i powiększonem ciśnieniu nabojami doskonale zelaborowanemi.

§ 4. Wady gotowych naboi, powstające podczas ich elaboracji.

Podczas elaboracji naboi karabinowych, którą dokonywa się przy pomocy automatycznych maszyn, występować mogą następujące ważniejsze wady:

a) Przy kapiszonowaniu przez złe ustawienie kapiszoniarki, lub niedostateczny dogląd, kapiszony mogą być wprasowane zagłęboko w gniazdko łuski, lub wystawać ponad podstawę dna łuski.

Przy głębokiem kapiszonowaniu mogą nastąpić natychmiastowe wypały kapiszonów, lub wykruszenie masy zapałowej w miejscu, leżącem naprzeciw kowadełka i z tej przyczyny — możliwość niewypałów podczas strzelania.

Wystające kapiszony nie mogą być tolerowane, ze względu na bezpieczeństwo i zacięcia przy ładowaniu broni (podczas zamknięcia zamka), oraz wypadki przy upadku naboju na ziemię. Błędy takie, jak znaczne zdeformowanie kapiszona, krzywe osadzenie, obcięcie, zawinięcie brzegów i t. p. nie mogą być dopuszczalne ze względu na późniejsze niewypały i złe uszczelnienie,

Podczas kapiszonowania należy zwrócić uwagę na zachowanie się kapiszonów w czasie ich ruchu w prowadnicy. Zachodzić bowiem mogą wypadki, że w prowadnicy maszyny może masa zapa-

łowa wykruszyć się lub wylecieć, albo może nastąpić wybuch kapiszona, wskutek czego zapalić się mogą sąsiednie (czasem takie zapalenie nastąpić może bez detonacji), a takie puste kapiszony następnie zostają złączone z łuską;

b) Przy lakierowaniu i punktowaniu na automatycznych maszynach, t. zw. lakiernicach, mogą zajść wady w postaci niebokładnego zalakierowania brzegów kapiszona i złego zapunktowania.

W pierwszym wypadku nabój nie jest dokładnie zabezpieczony przed rozmaitemi wpływami atmosferycznemi (chociaż właściwie dokładne uszczelnienie jest już uskutecznione przez dokładne wprasowanie kapiszona w gniazdko), — w drugim zaś wypadku — kapiszon przy zapunktowaniu może być uszkodzony.

Obie te wady mogą być w dość znacznym procencie dopuszczalne, o ile tylko kapiszon jest nieuszkodzony;

c) Na automatach — prochownicach (Fritz-Wernera) mogą powstać błędy w postaci: zapłytkiego, zagłębokiego lub krzywego złączenia pocisku z łuską, a w szczególności niedokładnego pod względem ilościowym wsypania prochu do łuski.

Trzy pierwsze błędy w pewnych granicach są prawie bez wpływu na użyteczność naboi, z wyjątkiem naboi do tego stopnia za długich i krzywych, że może to wpływać na dobre ładowanie (W nabojach przeznaczonych do karabinów maszynowych błędy te nie powinny być dopuszczone).

Z wymienionych wyżej błędów najważniejsze jest dokładne odmierzenie ilości ładunku do łuski, gdyż ciężar ładunku ma duży wpływ na maksymalne ciśnienie, szybkość początkową i rozrzut.

Dopuszczalna tolerancja ładunku wynosi $\pm 0{,}03$ gr. Na podstawie przeprowadzonych prób okazało się, iż ładunek prochowy, którego ciężar przekroczony jest od 0,01 do 0,03 gr. poza dopuszczalną tolerancją $\pm 0{,}03$ gr. nie ma znacznego wpływu na własności balistyczne amunicji. Wynika to zapewne stąd, że na własności balistyczne amunicji składają się jeszcze inne wielkości, jak ciężar pocisku, siła zacisku pocisku w szyjce łuski, gęstosć ładunku, gatunek prochu i t. d. Nieraz wyniki prób wbrew oczekiwaniu są takie, że przy jednakowych nabojach — nabój z ładunkiem nieco większym wykazał ciśnienie i szybkość mniejszą.

Znaczną wadą jest także złe określenie ładunku prochowego (wagowo) na dopuszczalne ciśnienie i żądaną szybkość początkową.

Nie jest to zasadnicza wada, gdyż amunicja taka może być zupełnie skutecznie użyta (do karabinów ręcznych).

Ładunek zaciężki (znaczne przekroczenie) powoduje wzrost ciśnienia, co już ujemnie wpływa na trwałość broni.

Dla przykładu podaję, że wyniki prób strzelaniem amunicją ze zwiększonem ciśnieniem (średnie ciśnienie zamiast 3000 atm. dochodziło do 3.500 atm. i wyżej) wykazały, iż trwałość karabinów ręcznych w czasie użycia tej amunicji do strzelań w dużym stopniu się zmniejszyła, karabinów zaś maszynowych — w bardzo nieznacznym stopniu.

Stąd wynika, ze amunicja z taką wadą może być przyjętą do karabinów maszynowych.

Nadmienię przytem, że podczns tych prób zostały zauważone dwa interesujące zjawiska, a mianowicie:

Powstanie nieznacznego węzła (przegięcia lufy kbk) tuż przy bączku przednim i zużycie lufy karabinka, które okazało się większe przy wylocie lufy, aniżeli, jak to bywa normalnie, bliżej komory ładunkowej,

Węzeł przy bączku przednim powstał po oddaniu około tysiąca strzałów i przy dalszem strzelaniu już się nie powiększał. Wpływ tego zgięcia na wynik strzelania nie był b. znaczny. Powstanie tego zgięcia wytłumaczyć sobie można zmianą drgań lufy z powodu przekroczenia ciśnienia normalnego, do których to drgań przymocowanie bączkiem lufy do łoża nie było dostosowane.

Powstanie zjawiska większego zużycia lufy ku wylotowi przy strzelaniu amunicją o zwiększonem ciśnieniu trudno wytłumaczyć, a uważam, że nie było to przypadkowe zjawisko, gdyż powstało we wszystkich kbk., z których oddano większą ilość strzałów (ok. 10.000) amunicją o zwiększonem ciśnieniu.

Przy strzelaniu z karabinów maszynowych zjawisk tych nie zauważono.

Na zaciskarkach, t. j. maszynach automatycznych, które łączą pocisk z łuską przez zaciśnięcie szyjki łuski, mogą powstać wady, spowodowane zasłabym lub zasilnym zaciskiem. Zasłaby zacisk powoduje (podczas transportów) obluźnienie się pocisku w łusce, zasilny zaś — działa ujemnie na wytrzymałość szyjki łuski, gdyż powoduje w znacznym stopniu zwiększenie napięć wewnętrznych w materjale szyjki (p. § 3 pkt. c). Poza tem od siły zacisku zależy do pewnego stopnia szybkość palenia się (wybuchu) ładunku mio-

tającego, przyczem zasłaby zacisk może być powodem niezupełnego spalenia się prochu w lufie, zasilny zaś — zwiększa szybkość wybuchu, a tem samem maksymalne ciśnienie. Wpływ ten jednak stosunkowo nie jest duży.

Wobec opisanych skutków złego zacisku widzimy, że w pewnych granicach, poza ramami dopuszczalnej obecnie tolerancji siły zacisku, wada ta może być w określonej granicy do pewnego stopnia tolerowaną.

e) Poza opisanemi wyżej wadami, mogą również podczas elaboracji powstać wady, dotyczące wyglądu zewnętrznego (znaki od uderzeń, zarysowania, plamy, zniekształcenia i t. p.), wymiarów i kształtu, oraz wady, ujawniające się podczas strzelania. O wadach tych, jak i ich skutkach, powiedziane było w poprzednich paragrafach.

Kpt. CHRZĄSZCZEWSKI JÓZEF.

O ANALOGACH FOSGENU.

Nadzwyczaj interesującą grupę związków chemicznych tworzy szereg pochodnych kwasu węglowego, mrówkowego i szczawiowego, wspólną cechą których jest posiadanie karbonylu, związanego bądź bezpośrednio z halogenem, bądź też z tlenkiem alkilu, część lub wszystkie wodory którego zostały zastąpione przez halogen lub cyjan.

Tego rodzaju budowa tych związków powoduje ich bardzo zajmujące własności chemiczne i fizjologiczne nader zbliżone do własności fosgenu, które w większym lub mniejszym stopniu mogą zakwalifikować te związki, jako środki walki chemicznej.

Z szeregu tych związków jedynie chlorobezwodnik kwasu węglowego — fosgen został wszechstronnie zbadany przez cały szereg chemików i zupełnie wyczerpująco opisany, jak w literaturze fachowej [1], tak też i na łamach czasopism wojskowych, a w tej liczbie i na łamach Przeglądu Artyleryjskiego [2].

Znacznie mniej udzielono uwagi jego analogom, chociaż niektóre z nich były szeroko stosowane w ubiegłej wojnie jako potężne środki broni chemicznej.

Halogenobezwodniki kwasu węglowego.

Najbliższymi analogami fosgenu są halogenobezwodniki kwasu węglowego i jego nitryl, z których są znane następujące związki:

---

[1]) Friedlender „Fosgen" — Piotrogród 1917.

[2]) Kpt. inż. H. Mączyński — Wiad. T.-Art. str. 323 i 1009.

Bromobezwodnik kwasu węglowego $COBr_2$, otrzymany przez Bessona [3]) w r. 1894 i przez Bartala [4]) w r. 1906 działaniem kwasu siarkowego na czterobromek węgla, a ostatnio, bo w r. 1928 przez Rosenmunda i Döringa [5]) działaniem tlenku węgla na brom w obecności chlorku glinowego. Bromofosgen jest cieczą o ciężarze właściwym (D_{15}) 2,52 i temperaturze wrzenia 64,5°, przy czem częściowo się rozkłada tem znaczniej, im więcej posiada zanieczyszczeń [6]).

Pod względem chemicznym i fizjologicznym posiada własności analogiczne do własności fosgenu.

Chlorobromobezwodnik $COClBr$, opisany przez wyżej cytowanych Bessona i Bartala, może być otrzymany działaniem bromku glinowego na fosgen. Jest to ciecz o ciężarze właściwym (D_{15}) 1,85 i temp. wrzenia 25°, o wybitnie wyrażonych własnościach duszących i trujących.

Fluorobezwodnik COF_2 został otrzymany w r. 1920 przez Steinkopfa [7]), działaniem fluorku arsenu na fosgen, przyczem bliższych danych dotyczących bądź przebiegu reakcji, bądź konstant fizycznych autor nie przytacza.

Jodobezwodnik COJ_2 nie został dotychczas otrzymany i, jak twierdzi Niekrasow [8]), przy swem powstaniu natychmiast się rozkłada na tlenek węgla i jod, wobec czego nie może być wogóle otrzymany.

Z cyjanopochodnych znanym jest jedynie *chlorocyjanofosgen* $COClCN$, otrzymany przez Ott'a [9]), jednak nie bezpośredniem działaniem cyjanków na fosgen, lecz nader skomplikowanym sposobem, a mianowicie działaniem chlorku oftalylu ($C_6H_4(COCl)_2$) na oksamoetan ($NH_2CO \cdot CO \cdot OC_2HS$).

Jest to ciecz o temperaturze wrzenia 126—128°, o duszących i trujących własnościach, nadzwyczaj łatwo rozkładająca się w obecności pary wodnej.

Cyjano fosgen, czyli nitryl kwasu węglowego $CO(CN)_2$ nie jest znanym [10]), jednak znanym jest jego polimer $[CO(CN)_2]$ otrzy-

---

3) Besson. Compt. Rend. Acad. Sc. 120. 194 (1894).

4) Bartal. Lieb. Ann. 345. 334 (1906).

5) Rosenmund. Döring. Arch. der Pharm. 266. 277 (1928).

6) Schumacher. Lencher. Zeitschr für physik. chem. 135,85 (1928).

7) Steinkopf. Harold. Journ. prakt. Chem. 101,79 (1920).

8) W. W. Niekrasow. Chimja otrawlajuszczich wieszcz. Leningrad 1930. 70.

9) Ott. Chem. Zeit. 50. 448 (1926).

10) Diels. Gärtner. Ber. 55. 3439 (1925).

many i opisany przez Berthelot'a[11]). Związek ten może być otrzymany działaniem tlenku węgla na cyjan w obecności promieni pozafiołkowych i tworzy żółte kryształy, które z łatwością ulegają hydrolitycznemu rozkładowi z wydzieleniem się kwasu pruskiego i bezwodnika węglowego, wobec czego związek ten posiada wybitnie trujące własności.

Inne pochodne kwasu węglowego lub mrówkowego.

Przechodząc do opisu dalszych analogów fosgenochloromrówczanów, należy zauważyć, że mogą być one uważane i za pochodne kwasu węglowego, gdyż wychodząc z budowy kwasu metawęglowego $CO\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown OH\end{matrix}$ możemy oczekiwać możliwości tworzenia się dwóch estrów:

$$\underset{\text{obojętny}}{CO\begin{matrix}\diagup OR\\ \diagdown OR\end{matrix}} \quad \text{i} \quad \underset{\text{kwaśny.}}{CO\begin{matrix}\diagup OR\\ \diagdown OH.\end{matrix}}$$

Przy powolnem chlorowaniu kwaśnego estru (pięciochlorkiem fosforu i t. d.), chlor zamieni grupę wodorotlenkową, dając ester kwasu chlorowęglowego:

$$ClCO\,.\,OR, \qquad (I).$$

Ten sam ester może być otrzymany i z kwasu mrówkowego (HCOOH), który przy estryfikacji może dać jedynie ester o budowie HCOOR, ten zaś ostatni przy chlorowaniu chlorem da przedewszystkiem ester kwasu chloromrówkowego ClCOOR (II), który przy działaniu nań alkoholem da obojętny ester kwasu węglowego: $CO\begin{matrix}\diagup OR\\ \diagdown OR\end{matrix}$. Porównywając własności estrów I i II, jak również estrów obojętnych otrzymanych rozmaitemi sposobami, stwierdzimy ich zupełną identyczność.

Ze stanowiska chemji gazów bojowych najbardziej interesują nas produkty chlorowania estru metylowego kwasu mrówkowego, a które mogą być otrzymane paru sposobami.

---

[11]) Berthelot, Compt rend. Acad. Sciences 156, 1766 (1930).

Przy bezpośredniem działaniu fosgenu na alkohol metylowy [12]) może być otrzymany chloromrówczan metylowy zgodnie z równaniem

$$COCl_2 + CH_3OH = Cl.CO.OCH_3 + HCl.$$

Wobec tego, że i drugi chlor może być zastąpiony przez grupę OCH_3, reakcję należy prowadzić przy znacznym nadmiarze fosgenu i przy silnem oziębieniu mieszaniny reagującej, gdyż w przeciwnym wypadku [13]) [14]) otrzymalibyśmy obojętny ester kwasu węglowego zgodnie z poniższem równaniem:

$$COCl_2 + 2CH_3OH = CO(OCH_3)_2 + 2HCl.$$

Otrzymany ester metylowy kwasu chloromrówkowego, poddany chlorowaniu w warunkach, o których poniżej będzie mowa, da szereg produktów chlorowania.

Te same produkty można otrzymać wychodząc z kwasu mrówkowego,[15]) działając nań alkoholem metylowym zgodnie z równaniem:

$$HCOOH + CH_3OH = HCOOCH_3 + H_2O.$$

Powyżej uwidoczniona reakcja, jak każda reakcja estryfikacji, jest odwracalna, wobec czego, celem doprowadzenia jej do końca, należy usuwać tworzącą się wodę. Dałoby się to uskutecznić za pomocą kwasu siarkowego, lub innego odwadniacza, lecz w tym wypadku mogłyby zachodzić uboczne reakcje, które znacznie zmniejszałyby wydajność estru, wobec czego Em. Gischer [16]) zaproponował przepuszczenie przez mieszaninę reagującą suchego chlorowodoru.

Według pewnych danych [17]) ester metylowy kwasu mrówkowego może być otrzymany z zupełnie dobrą wydajnością, działaniem tlenku węglowego na bezwodny alkohol metylowy w obecności ka-

---

[12]) Hentschel Ber. 18, 1177 (1885). Dumas Lieb. Ann. 10, 277, Belstein I, 546 (1893).

[13]) B. Röze. Lieb. Ann. 205, 227 (1880).

[14]) Nieraz pożądaną rzeczą bywa prowadzić reakcję estryfikacji w rozczynach benzolowych lub chloroformowych, oraz związywać wydzielający się chlorowodór alkalicznemi związkami (Merck. D. R. P. 251805,254471).

[15]) Hentschel, Journ. prakt. Chemie (2) 36, 213, 305 (1887).

[16]) D. R. P. 255441.

[17]) Amer. Pat. 1567312.

talizatorów (alkoholan sodu) w temperaturze 60° — 80° i pod ciśnieniem do 200 atm. W tych warunkach zachodzi reakcja zgodnie z równaniem:

$$CH_3OH + CO \rightarrow HCOOCH_3.$$

Chlorowanie, w ten lub inny sposób otrzymanego estru, uskutecznia się chlorem przy temperaturach bliskich wrzenia estrów, w obecności promieni pozafiołkowych [18]) (słońce, lampa rtęciowo-kwarcowa, lampa „osram").

Stosowanie jakichkolwiek katalizatorów nie wydaje się być pożądane, a to ze względu na to, że o ile katalizatory te ($TeCl_3$ $ZnCl_2$, $SbCl_3$ i inne) początkowo sprzyjają tworzeniu się chloropochodnych, to jednocześnie wpływają rozkładająco na gotowe produkty chlorowania [19]).

Reakcja chlorowania estru mrówkowego zachodzi zgodnie z niżej podanym schematem:

1. $HCOOCH_3 + Cl_2 = ClCOOCH_3 + HCl.$
2. $ClCOOCH_3 + Cl_2 = ClCO.OCH_2Cl + HCl.$
3. $ClCO.OCH_2Cl + Cl_2 = ClCO.OCH.Cl_2 + HCl.$
4. $ClCO.OCHCl_2 + Cl_2 = ClCO.OCCl_3 + HCl.$

Należy zauważyć, że zazwyczaj przy chlorowaniu estru mrówkowego otrzymuje się mieszaninę produktów chlorowania, które mogą być rozdzielone cząsteczkową destylacją.

Mięszanina zazwyczaj zawiera jedno, dwu i trój-chlorowe pochodne estru metylowego kwasu chloromrówkowego, z których jednochlorowa pochodna — chlorometylowy ester kwasu chloromrówkowego (chloromrówczan jednochlorometylu) jest bezbarwną cieczą o temp. wrzenia 106 — 107 °C i ciężaru wł. 1,46, o ostrym duszącym zapachu i wybitnie ujawnionych własnościach łzawiących i trujących; stężenie jego równe 0,05 mgr/litr [20]) należy uważać

---

18) Hentschel. Journ. prakt. Chem. (2) 36, 100, 214, 305. Cahaurs. Lieb. Ann 64, 315.

19) Grignard, Kivat, Urbain Compt. rend. Acad. Sc. 169, 1074, 1143 (1920).

20) Flury-Zernik. Schädliche Gase, Dämpfe, Nebel, Rauch—und Staubarten, (1931).

za bezwzględnie napastliwe, a 0,5 mgr/litr—za wysoce niebezpieczne, a nawet zabójcze.

Dwuchlorowa pochodna — dwuchlorometylowy ester kwasu chloromrówkowego (chloromrówczan dwuchlorometylu), bezbarwna ciecz o temp. wrz. 110—111° C i ciężaru wł. 1,56, o ostrym duszącym zapachu i już słabiej ujawnionych własnościach łzawiących, niż poprzednio opisana pochodna, wchodziła wspólnie z jednochlorową pochodną w stosunku 8,6% do 91,4% jednochlorowej w skład gazu bojowego, stosowanego w ubiegłej wojnie w wojsku niemieckiem w pociskach pod nazwą „K-Stoff" lub w minach pod nazwą „C-Stoff", w wojsku zaś francuskiem pod nazwą „Palite". Palite gaz bojowy posiada następujące konstanty fizyczne: temp. wrz. około 106°; $D_{14} = 1,456$.

Trójchlorowa pochodna — trójchlorometylowy ester kwasu chloromrówkowego (chloromrówczan trójchlorometylu) — bezbarwna, oleista ciecz o temp. wrzenia 127°; ciężaru wł. 1,65 była stosowana w ubiegłej wojnie przez wojsko niemieckie pod nazwą „Perstoff", francuskie pod nazwą „Surpalite", amerykańskie pod nazwą „Superpalite", i angielskie pod nazwą „Difosgen", gdyż chloromrówczan trójchlorometylu może być poniekąd uważany za zdwojoną cząstkę fosgenu, bo w pewnych warunkach ulega rozkładowi zgodnie z równaniem:

$$ClCO.OCCl_3 \longrightarrow 2\,COCl_2$$ [21]

Związek ten posiada własności drażniące (łzawiące) słabiej wyrażone niż jego mniej chlorowane homologi, lecz za to znacznie przewyższa je pod względem własności duszących i trujących: jego stężenie napastliwe wynosi 0,04 mgr/litr, stężenie 0,16 mgr/litr po paru sekundach działania może wywołać ciężkie zachorzenie, stężenie zaś 0,25 mgr/litr należy uważać za bezwzględnie zabójcze,[22] a według J. Meyera[23] stężenie 0,015 mgr/litr jest już zabójcze.

Stężenie takie, natomiast, dla dwufosgenu jest łatwo osiągalne, gdyż posiada on nader wysoką prężność pary (przy 10°—10,33 mm rtęci), co powoduje jego znaczną lotność. Tak przy —20° C jeden metr³ powietrza może zawierać 1590 mgr pary w stanie nasycenia, przy 0° — 13700 mgr, przy 20 — 53200 mgr i przy 25° — 72500 mgr.[24]

---

[21] Cahours. Ann. Chim. phys. 352 (1847).

[22] Flury-Zernik op. cit.

[23] Jul. Meyer — Der Gaskampf und die chemischen Kampfstoffe.

[24] Liberman. Chemja środków trujących. Leningrad 1931.

Tego rodzaju własności, nadzwyczaj zbliżone do własności fosgenu, którego stężenie zabójcze wynosi 0,045 mgr/litr., a od którego się różnią chloromrówczany wyższym punktem wrzenia, większą stałością, większą napastliwością, dzięki silnie bądź co bądź ujawnionym własnościom drażniącym, oraz wybitnie wyrażonym własnościom akumulowania się w organizmie, czynią te związki nadzwyczaj dogodnemi do użytku bojowego; to też zostały one wprowadzone w użycie po raz pierwszy przez Niemców: K-stoff już w końcu 1915 roku, perstoff zaś w r. 1916 w bitwie nad Sommą.[25])

Przechodząc do opisu własności chemicznych chloromrówczanów, należy zauważyć, że charakterystyczną cechą tych związków jest w silnym stopniu ujawniona ich ruchliwość chemiczna.

Związki z łatwością ulegają hydrolizie, zwłaszcza w obecności ługów, przy czem, w zależności od stopnia przechlorowania grupy metylowej, wydzielają się różne produkty hydrolizy, zgodnie z poniżej podanym schematem: [26])

$$Cl.CO.OCH_2Cl + H_2O = CO_2 + 2HCl + HC\begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H. \end{matrix}$$

$$Cl\,CO.OCHCl_2 + H_2O = CO_2 + 3HCl + CO.$$

$$Cl\,CO.OCCl_3 + 2H_2O = 2CO_2 + 4HCl.$$

Tego rodzaju własności dają możność jak jakościowego, tak i ilościowego określania zawartości w palicie i surpalicie produktów niekompletnego chlorowania grupy metylowej.[27])

Chloromrówczany pod działaniem niektórych katalizatorów (chlorek żelaza, chlorek glinu, cynku i inne) ulegają rozkładowi zgodnie ze schematem[28])

$$ClCO.OCH_2Cl \longrightarrow COCl_2 + HC\begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H. \end{matrix}$$

$$ClCO.OCHCl_2 \longrightarrow CHCl_3 + CO_2.$$

$$ClCO.OCCl_3 \longrightarrow CCl_4 + CO_2.$$

---

[25]) Am, A. Fries. Chem. War. Modern development of gas warfare.

[26]) Kling, Florentin. Compt. rend. Acad. Sc. 172, 63 (1921). Niekrasow, Mielnikoff. Journ. prakt. Chem. 126, 81 (1930).

[27]) Delephine. Bul. Soc. chem. Fr. 27, 39 (1920).

[28]) Grignard, Rivat, Urbain. Compt. rend. Acad. Sc. 169, 1074, 1143 (1920). Kling Florentin, Lassieur, Schmutz. Ann. de Chim. 13. 44 (1920).

Wobec tego, że jak techniczny palite, tak i surpalite zawiera pewne ilości chlorowodoru, który po załadowaniu do pocisku może nadgryzać ścianki pocisku i wytwarzać chlorek żelaza, mogący spowodować powyższy rozkład chloromrówczanów, do produktu dodawano pewne ilości fenolu dla związania chlorku żelaza, a tem samem dla zabezpieczenia produktu przed rozkładem.[29])

Z alkoholami dają chloromrówczany odpowiednie asymetryczne chlorometylowe estry kwasu węglowego:

$$R.OH + Cl\,CO.OCH_2Cl,\ (OCHCl_2),\ (OCCl_3) =$$
$$= RO.CO.OCH_2Cl,\ (OCHCl_2),\ (OCCl_3) + HCl\,.$$

Podobnie reagują one i z fenolanem sodu, z fenolem zaś jedynie w obecności $Al\,Cl_3$, [30])

Z amonjakiem i aminami reagują bardzo gwałtownie, dając szereg aminowych pochodnych.[31])

Z tego szeregu reakcyj najciekawszem jest działanie aniliny na surpalite, przy czem otrzymuje się, podobnie jak z fosgenem, dwumetylomocznik zgodnie z równaniem: [32])

$$Cl.CO.OCCl_3 + 4C_6H_5NH_2 = 2CO\,(C_6H_5NH)_2 = 4HCl\,.$$

Z trójrzędowemi aminami (urotropina, antipiryna) tworzy, podobnie jak i fosgen, zespolone nader trwałe związki.[33])

Charakterystyczną reakcją surpalitu, odróżniającą go od fosgenu, jest jego odczyn z dwumetyloaniliną w obecności $AlCl_3$ z którą daje charakterystyczne zabarwienie.[34])

Z szeregu pochodnych kwasu węglowego należy wspomnieć o tak zwanym trójfosgenie, czyli szcściochlorometylowym estrze kwasu węglowego.

Jak powyżej zostało zaznaczone, przy działaniu nadmiaru alkoholu metylowego na fosgen w normalnej lub nieco wyższej temperaturze tworzy się obojętny ester metylowy kwasu węglowego.

$$CO\begin{matrix} \diagup OCH_3 \\ \diagdown OCH_3 \end{matrix}$$

---

[29]) Niekrasow, op. cit. str. 75.

[30]) Liberman. op. cit. str. 160.

[31]) Journ. prakt. Chem. (2) 36, 214, 309.

[32]) Zalecona jako reakcja ilościowa. Beilstein — Uzupełn. T. III/IV 1929 r.

[33]) Bayer — D.R.P. 121223;

[34]) Akt. Ges. f. Anilin. D.R.P. 29960.

który wrze przy 90,6°, przy silnym zaś ostudzeniu krzepnie przy 0,5°. Przy chlorowaniu tego estru w znanych nam warunkach tworzy się szereg chloropochodnych, z których końcowy produkt chlorowania — sześciochlorometylowęglan

$$CO\begin{matrix}\diagup OCCl_3 \\ \diagdown OCCl_3\end{matrix},$$

tworzy bezbarwne kryształy, topniejące przy temperaturze około 79° i p. wrz. około 206°, przy czem, częściowo, a przy przegrzaniu bardzo znacznie rozkłada się zgodnie z równaniem:

$$CO(OCCl_3)_2 = COCl_2 + ClCO.OCl_3$$ [35])

Rozkład taki może być wywołany i w stosunkowo niższej temperaturze pod działaniem niektórych katalizatorów, przy czem możliwe jest otrzymanie z jednej drobiny estru trzech drobin fosgenu.

Chlorowane estry kwasu mrówkowego jako takie nie znajdują zastosowania w przemyśle pokojowym, za wyjątkiem jedno i dwuchlorometylowej pochodnej, które wchodzą w nieznacznej ilości w skład niektórych inteksytydów, jednak same chloromrówczany i węglany tworzą całą grupę związków, mających szerokie zastosowanie w przemysle farmaceutycznym, gdyż są surowcami do wyrobu całego szeregu cennych leków, jak naprzykład: Uretan, Hedonal, Aponal, Euforina, Neurodyna i t. d.[36])

Z pośród wielu innych zbliżonych do fosgenu jego analogów, należy wreszcie wspomnieć o chlorobezwodniku kwasu szczawiowego inaczej zwanym chlorku oksalylu o budowie

$$\begin{matrix}CO\text{-}Cl \\ | \\ CO\text{-}Cl\end{matrix}.$$

Związek ten był otrzymany[37]) działaniem pięciochlorku fosforu na kwas szczawiowy.

Jest-to lotna ciecz, o wstrętnym duszącym zapachu, o cięż. wł. 1,48 i temp. wrz. 64°.

Chlorek oksalylu pod wielu bardzo względami przypomina fosgen, jednak jest od niego bardziej trujący być może dla tego, że z łatwością ulega rozpadowi zgodnie z równaniem:

$$(COCl)_2 = CO + COCl_2$$

---

[35]) Hood, Murdock. Jour. prakt. Chem. 23,498 (1919).

[36]) Ullman. Enciklopedie der Techn. Chemie, Ernst Schmidt. Lehrbuch der Pharm. Chem.

[37]) Staudinger. Ber. der Deut. Chem. Ges. 41.3558 (1908).

Rozkład taki zachodzi zazwyczaj w wyższych temperaturach (około 300° C), jednak w obecności niektórych katalizatorów może zachodzić i przy znacznie niższych temperaturach, dla tego też daje chlorek oksalylu szereg charakterystycznych odczynów dla fosgenu.[38])

Jak to powyżej zaznaczonem zostało, z opisanego szeregu związków w ubiegłej wojnie znalazły zastosowanie jedynie chloromrówczany jedno, dwu i trójchlorometylowe,[39]) które z racji tego były produkowane w mniej lub więcej znacznych ilościach w fabrykach wszystkich prawie wojujących państw (prócz Rosji).

Największą produkcję rozwinęły Niemcy, które posiadały w paru swych fabrykach produkcję estrów mrówkowych jeszcze z czasów przedwojennych, z racji zastosowania tych estrów do wyrobu preparatów farmaceutycznych.

To też, gdy zaszła potrzeba, fabryki te znacznie powiększyły swą produkcję, która już w czerwcu 1915 roku sięgała, jak naprzykład w fabryce Bayera w Lewerkusen, 10 tonn dziennej wydajności. Poza wspomnianą fabryką chloromrówczany były wyrabiane u M. Luciusa w Hőchstie i w Badeńskiej f-ce sody i aniliny.

Przebieg procesu otrzymywania chloromrówczanów[40]) we wszystkich tych fabrykach znacznie się różnił, lecz jedynie w swej pierwszej fazie.

W fabryce Bayera zasadniczemi surowcami był kwas mrówkowy, alkohol metylowy i chlor.

Pierwsze stadjum polegało na otrzymaniu mrówczanu metylowego, co się uskuteczniało w żelaznym reaktorze (rys. 1) o pojemności około 12.000 litrów, wyłożonym od wewnątrz ołowiem i zaopatrzonym miedzianą wężownicą, po której cyrkulowała woda ogrzewająca reaktor.

Reaktor posiadał deflegmator (miedziany) wypełniony kawałkami tłuczonej porcelany; dalej znajdowały się chłodnice w postaci miedzianych wężownic, chłodzonych wodą.

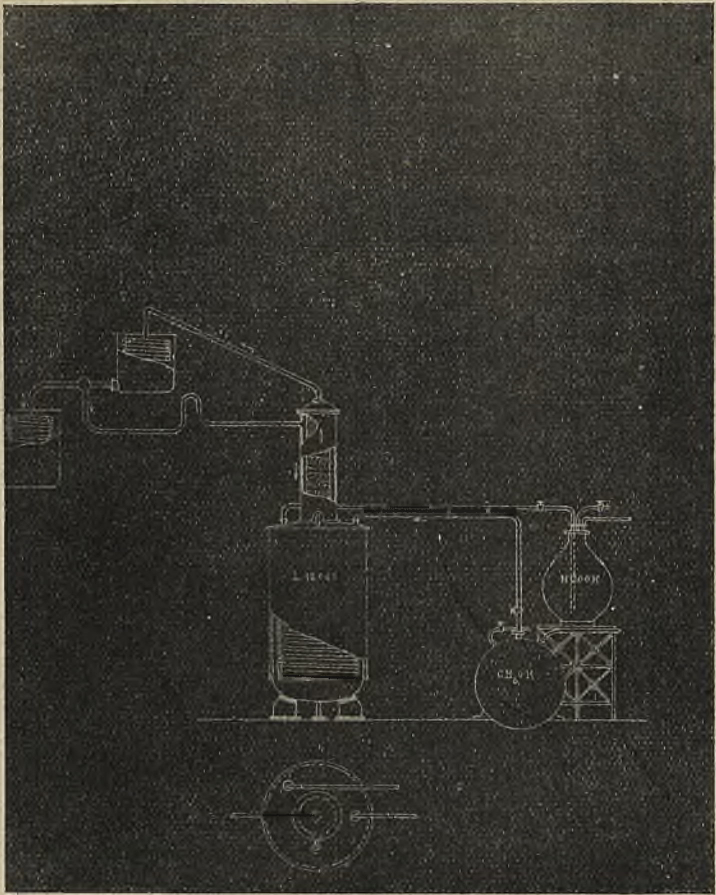
Po załadowaniu reaktora mięszaniną reagującą z niewielkim nadmiarem kwasu mrówkowego przeprowadzano reakcję estryfikacji w temperaturze bliskiej wrzenia alkoholu metylowego, t. j. około 67°.

---

[38]) Adams. Journ. Am. chem. Soc. 38,2516 (1917).

[39]) Według niektórych danych w wojsku niemieckiem był stosowany i chloromrówczan pięciochloroetylu.

[40]) Norris. The Journ. of. ind. and eng. chem. Sept. 1919.



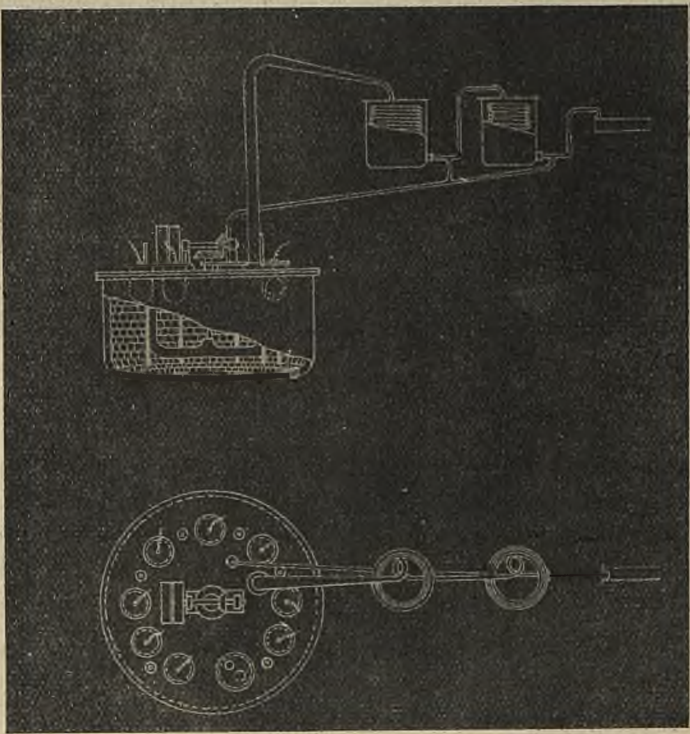
Rys. 1.

W warunkach tych tworzący się ester metylowy kwasu mrówkowego, o temp. wrz. 32,5^0 C trafiał do deflegmatora, temperatura którego utrzymywała się w takich granicach, by ester trafiał do chłodnicy, zaś pary alkoholu, a częściowo i kwasu mrówkowego, skraplały się i trafiały zpowrotem do reaktora.

Reakcja trwała do 48 godzin i dla swego zakończenia wymagała bądź zastosowania nasycenia mięszaniny reagującej suchym chlorowodorem, lub obecności chlorku wapniowego, albo innego odwadniacza.

Otrzymany ester jest bezbarwną cieczą o eterycznej woni i ciężarze wł. 0,993, który po skrupulatnem wysuszeniu nad chlorkiem wapniowym i oddzieleniu od niego poddawał się w drugiej fazie procesu chlorowaniu, uskutecznianem w aparacie, uwidocznionym schematycznie na rys. 2.

Był to żelazny reaktor, o pojemności 2.800 litrów, zaopatrzony w mieszadło i odwrotną chłodnicę, który posiadał podwójne ścianki, pomiędzy któremi mogła cyrkulować woda, by zależnie od potrzeby chłodzić lub ogrzewać aparat. Od swej wewnętrznej strony reaktor był wyłożony ołowiem, a ponadto posiadał warstwę ochronną porcelanową, złożoną z szeregu porcelanowych płytek spawanych specjalnym cementem. Górna pokrywa posiadała 6—8 otworów, w które były oprawione szklane rurki dochodzące do dna reaktora, a które były przeznaczone do wprowadzania chloru. Pomiędzy temi rurkami były poumieszczane szklane klosze, w których znajdowały się lampy „osram" o sile światła około 4.000 świec każda.



Rys. 2.

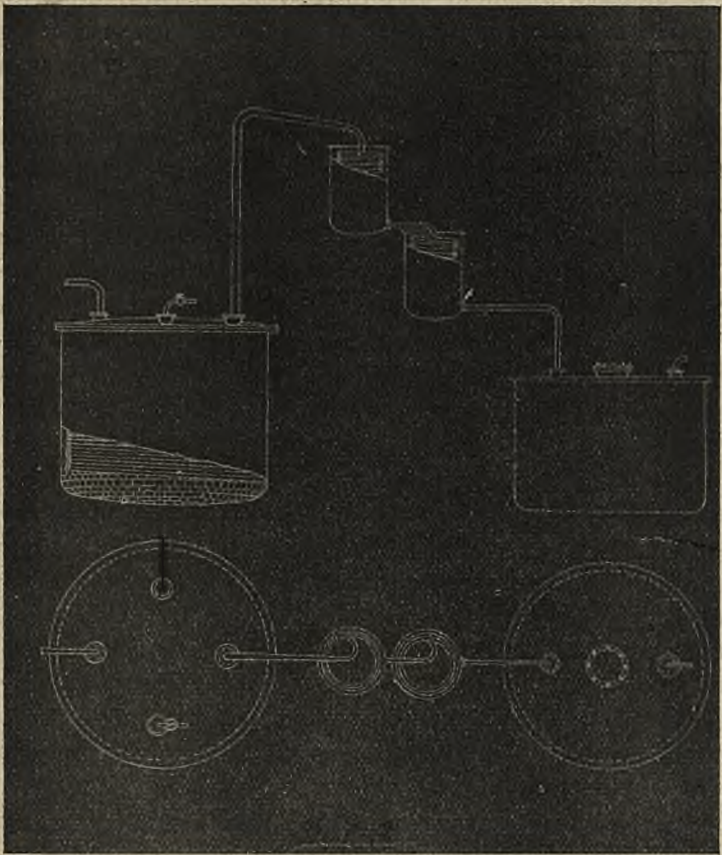
Do reaktora wprowadzano 2.000 litrów estru metylowego i zapoczątkowywano reakcję przy temperaturze reaktora około 100°, przy wszystkich zapalonych lampach i uruchomionem mieszadle.

Chlorowanie całej masy trwało od 8 do 14 dni, przyczem pod koniec reakcji doprowadzano temperaturę do 160°.

Przez cały czas trwania reakcji wydzielający się chlorowodór był absorbowany przez specjalnie umieszczony za zwrotną chłodnicą absorbent.

Ilość zaabsorbowanego chlorowodoru, jak również ilość pochłoniętego chloru były wskaźnikami postępu reakcji.

Po zakończonem chlorowaniu otrzymany surowy produkt, po jednokrotnem oddestylowaniu w aparacie uwidocznionym na rys. 3, był gotów do użytku, przy czem w wypadku zebrania frakcji wrzą-



Rys. 3.

cej w granicach od 104 do 109 produkt zawierał gros chloromrówczanu jednochlorometylu, frakcja zaś wrząca w granicach 126 — 128° C — chloromrówczan trójchlorometylu, czyli dwufosgen.

Aparat destylacyjny był złożony z destylatora właściwego żelaznego wyłożonego porcelaną i zaopatrzonego miedzianą wężownicą, po której cyrkulowała przegrzana para wodna. Destylator był połączony z dwiema chłodnicami w postaci miedzianych wężownic chłodzonych lodem, z których skroplone produkty zbierane były w odbieralniku.

Produkty wrzące w niższych, niż wyżej wspomniana, granicach powracały ponownie do dalszego chlorowania.

W fabryce M. Lucius w Höchstie proces otrzymywania dwufosgenu zasadniczo różnił się tem, iż w pierwszej fazie posługiwano się tam działaniem alkoholu metylowego na fosgen, co prowadziło do otrzymania estru metylowego kwasu chloromrówczanego, a w drugiej fazie chlorowano ester podobnie jak i w Bayerowskiej fabryce.

Otrzymywanie chloromrówczanu metylowego było uskutecznione bezpośrednio działaniem wysokoprocentowego alkoholu na fosgen w znanych warunkach.

Do tego celu służył żeliwny reaktor o pojemności około 3.000 litrów, wyłożony ołowiem, oraz zaopatrzony w ołowiane mieszadło i takąż wężownicę z cyrkulującą mięszaniną chłodzącą, mogącą utrzymać temperaturę mięszaniny reagującej w granicach około 0°. Do reakcji używano nadmiaru fosgenu od 5 do 10%, przy czem dla zapoczątkowania reakcji wprowadzono pewne ilości gotowego produktu ($ClCO.OCCl_3$). W tych warunkach otrzymywano do 90% teoretycznej wydajności.

Następna faza chlorowania estru zasadniczo nie różniła się od wyżej opisanego procesu Bayerowskiego, z tą tylko różnicą, że do chlorowania wprowadzono około 5,000 litrów estru, a proces chlorowania trwał do 20 dni.

Nadzwyczaj zajmujący sposób otrzymywania estru metylowego stosowała Badeńska f-ka sody i aniliny, oparty na znanym patencie amerykańskim, a polegający na bezpośredniem działaniu tlenku węgla na bezwodny alkohol metylowy, przyczem uzyskiwano wydajności sięgające teoretycznych[41]).

Wszystkie wspomniane fabryki wyprodukowały znaczne ilości chloromrówczanów, sięgające 15.000 tonn; znacznie mniejsze ilości

[41]) Liberman. Op. cit. str. 156.

były wyprodukowane we Francji (800 tonn [42]) i już zupełnie nieznaczne ilości w Ameryce.

Metoda francuska zasadniczo mało czem różniła się od metod niemieckich, za wyjątkiem ustalonego optimum temperatury przy chlorowaniu estrów jako 110—112^0 [43]), gdyż w wyższej temperaturze daje się obserwować rozkład produktów chlorowania, jak również — stosowania do naświetlania mieszaniny chlorującej się miast lamp „osram" — lampy kwarcowo-rtęciowej.

---

[42]) Kaz. Moureu. Chemja i wojna.

[43]) Grignard, Rivat, Urbain. Compt. rend. Acad. Sc. 159, 1074, 1143 (1920).

620 . 1 : 623 . 451

Inż. TYSZKO MIECZYSŁAW.

NIEKTÓRE WADY STALI POCISKOWEJ WĘGLISTEJ I WPŁYW ICH NA WYROBY TŁOCZONE NA GORĄCO. *)

Stal używana dla wyrobu skorup do pociskow należy do kategorji stali półtwardych i używa się w stanie termicznie ulepszonym. Jak każda stal martenowska, posiada ona swoje wady, które ujawniają się dopiero podczas jej przeróbki.

Najcharakterystyczniej wady materjału występują przy łamaniu pręcisk, tłoczeniu, hartowaniu, a często podczas obróbki mechanicznej lub przy próbach specjalnych hydraulicznych. Przy wyrobie skorup tłoczonych obserwuje się następujące wady: nadpęknięcia skorup przy tłoczeniu, rysy, ślady jamy usadowej, pęcherze gazowe, występujące w postaci wzdęć, porowatość, likwacje, niejednorodność struktury, warstwowość i inne. Pewne wady występować mogą nazewnątrz, czy to na powierzchni wewnętrznej, czy na zewnętrznej. Wtedy zwykle przy należytej kontroli bloki lub skorupy z takiemi wadami wykrywa się i eliminuje się jako braki. O wiele gorzej przedstawia się sprawa z wadami, gdy są one ukryte wewnątrz w tworzywie wyrobu. Wady takie mogą być ujawnione dopiero po przekrajaniu bloka lub skorupy i tylko wtedy, gdy się natrafi na miejsce wadliwe. Uważne oglądanie stali w postaci pręcisk lub bloczków przy łamaniu pozwala wykryć niektóre wady, jak naprzykład rysy na zewnętrznej powierzchni, zawalcowania lub pozostałości jamy usadowej.

---

*) Odczyt wygłoszony na V Zjeździe Stow. Inż. Mech. Pol.

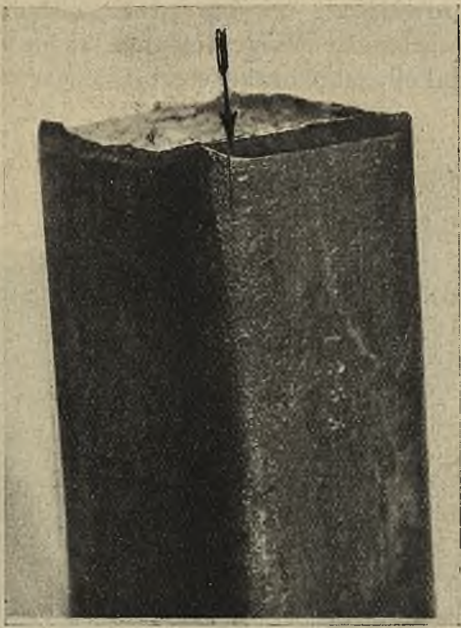
Rysy spotykane w stali i w wyrobach tłoczonych z wyglądu można podzielić na kilka rodzai:

1) rysy koloru ciemnego, prawie czarnego;

2) rysy posiadające kolor żółtawy;

3) rysy bardzo cienkie o charakterze włoskowatym koloru szarego.

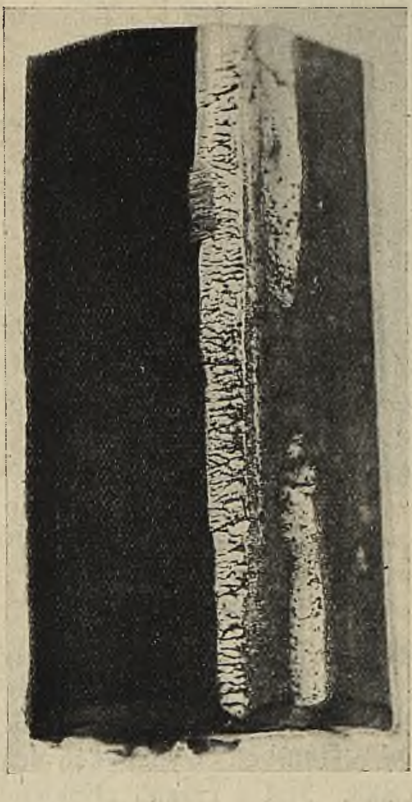
Rysy ciemne prawie czarne (rys. 1) spotykają się najczęściej w ryglach lub bloczkach. Są to pęcherze podskórne, które w czasie walcowania otworzyły się, następnie zostały znów rozwalcowa-



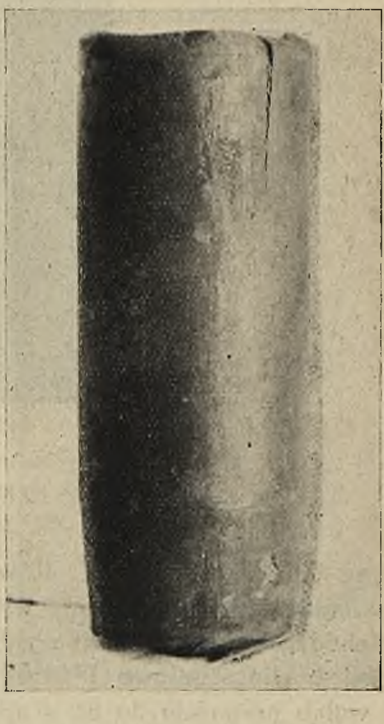
Rys. 1.
Bloczek z rysą ujawnioną przy łamaniu.

ne lub zawalcowane, a w ciągu tego czasu wypełnione zostały tlenkami żelaza. Są one wyciągniete w kierunku walcowania i pochodzą z różnych przyczyn natury hutniczej. Rysy te przeważnie są powierzchniowe i płytkie, lecz w niektórych wypadkach idą wgłąb materjału do 8% grubości pręciska. Stal z rysami płytkiemi o głębokości nie więcej niż 3% grubości pręciska może być użyta

do wyrobu skorup, lecz po uprzedniem wycięciu tych rys. Na rys. 2 widzimy bloczek, z którego rysy zostały wykrajane (wymeslowane). Usuwanie rys z kantów jest niepożądane, gdyż zachodzi niebezpieczeństwo przy tłoczeniu otrzymania skorup mimośrodowych (w wypadku stosowania bloka kwadratowego w matrycy zamkniętej). Stal posiadająca rysy i zawalcowania zawsze nasuwa pewne obawy otrzymania różnych niespodzianek w wyrobach podczas fabrykacji, jak naprzykład rozwarstwień lub nadpęknięć. Na rys. 3 podano fotografję wytłoczonej skorupy, gdzie w górnej części rysa uwydatniła się w postaci rozdwojenia się materjału. Na bloczku rysa ta była zupełnie niewidoczna. Na skorupach płytkie czarne rysy podłużne usuwają się zwykle przez obtaczanie, o ile na to pozwala grubość ścianek. W przeciwnym razie skorupy takie odrzuca się z produkcji, jako braki.



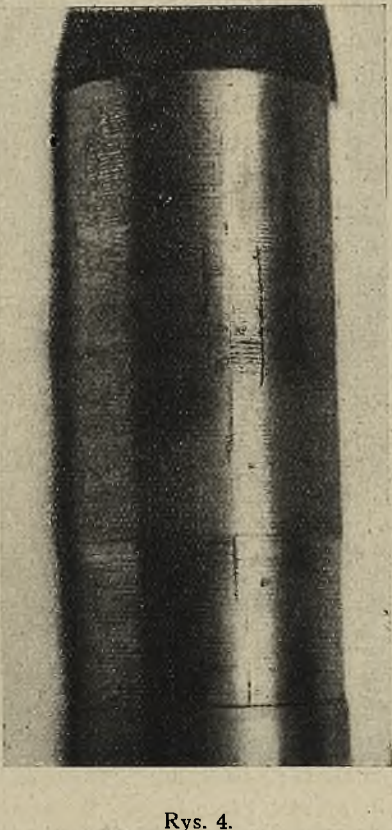
Rys. 2.
Bloczek z wyciętemi rysami.



Rys. 3.
Skorupa z ujawnioną po tłocz. rysą.

Rysy i pasma koloru żółtego pochodzą od wkluczeń żużli. Są to przeważnie czyste siarczki lub mieszaniny siarczków i tlenków Mn, Si, Fe i Al. Miejsca te—jednocześnie zazwyczaj bogate w fosfór, są rozwalcowane wzdłuż osi pręciska. Występują one wyraźnie dopiero przy obtaczaniu skorup. Na powierzchni bloków i surowych skorup rysy te są niewidoczne.

Odbitka na siarkę i fosfor daje charakterystyczne ślady tych rys. Rysy te bądź przechodzą przez cały przedmiot, bądź występują jako linje krótkie przerywane (rys. 4). Na rys. 5 w powiększeniu 100-krotnem podajemy mikrofotografję wyjścia takich pasm w postaci kropelek i punktów żużli w przekroju poprzecznym do kierunku walcowania i tłoczenia. W przekroju podłużnym zanieczyszczenia te przedstawiają się jako linje wyciągnięte wzdłuż osi walcowania, występujące przy obtaczaniu skorup jako rysy podłużne. Są one



Rys. 4.
Rysy na skorupie od wkluczeń zużlowych.

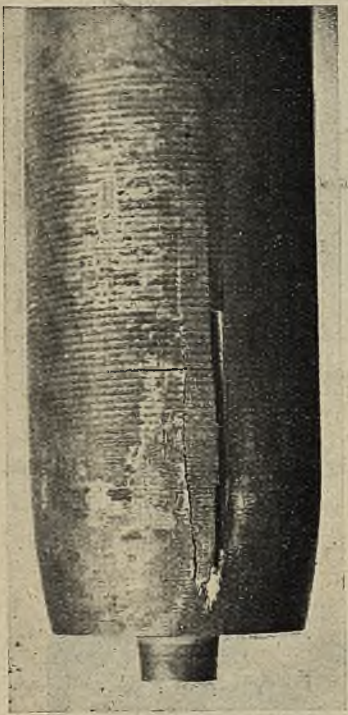
szczególnie niebezpieczne podczas obróbki termicznej, gdyż jako miejsca słabsze o naturze niemetalicznej mogą powodować pęknięcia lub nadpęknięcia. Na rys. 6 mamy okaz, gdzie większe skupienie podobnych zanieczyszczeń, wyciągniętych w kierunku tłoczenia, spowodowało podczas hartowania lokalne pęknięcie i oderwanie się warstewki w dolnej części skorupy na zewnętrznej stronie.

Rys. 7 przedstawia makrografję nadpęknięcia innej skorupy od strony wewnętrznej. Na rys. 8 widoczne jest mikroskopowe zdjęcie tego nadpęknięcia w powiększeniu 200. Zanieczyszczenie materjału spowodowało to pęknięcie. Dookoła nadpęknięcia widoczne są tlenki i siarczki w postaci kropek i rysek.

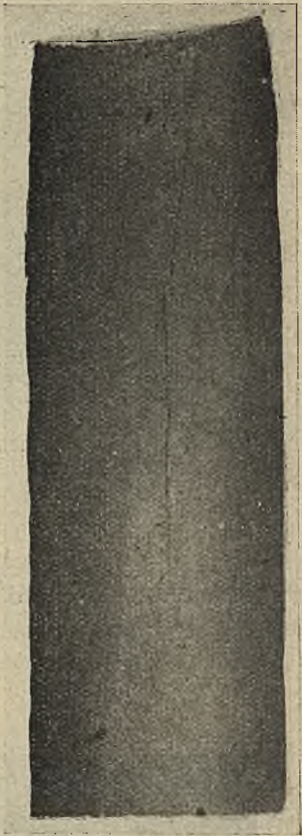
Rysy bardzo cienkie o charakterze włoskowatym koloru szarego, tak zwane cienie, ujawniają się na powierzchni obrabianej wyraźnie przy operacjach końcowych obróbki mechanicznej. Powstają one wskutek niejednorodności roztworu stałego i związanych z tem drobnych zanieczyszczeń, wyciągniętych w kierunku działania sił zgniatających. Jak wiadomo, zanieczyszczenia te przy przemianie allotropowej $\gamma \rightarrow \alpha$ robią się przeważnie ośrodkami krystalizacji ferrytu. Nóż podczas toczenia, odczuwając niejednorodność strukturalną materjału, powoduje ujawnienie szarych wklęsłych niteczek na gładkiej obtoczonej powierzchni przedmiotu. Na rys. 9 widzimy mikrografję szlifu przy powiększeniu 200, gdzie uwidocz-



Rys. 5. (X 100)
Mikrofotografja wyjścia zażużleń w przekroju poprzecznym do walcowania.

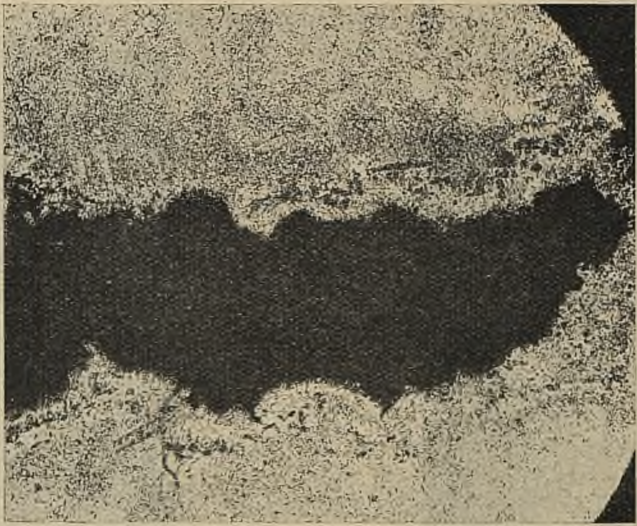


Rys. 6.
Lokalne oderwanie się w skorupie warstewki stali podczas hartowania, spowodowane zanieczyszczeniem materjału.

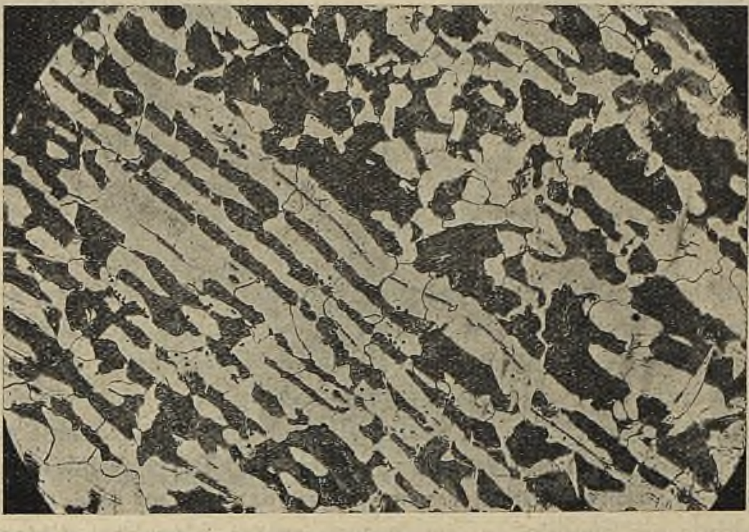


Rys. 7.
Makrofotografja nadpęknięć z winy materjału przy hartowaniu od strony wewnętrznej skorupy.

niono takiego charakteru zanieczyszczenia. Pasmo ferrytu w środku zawiera zanieczyszczenie w postaci jakby cienkiej niteczki wyciągniątej równolegle do pasma. Drobne zanieczyszczenia wraz z ferrytem tworzą szare niteczki. Cienie takie naogół niewiele obniżają własności mechaniczne stali i dlatego są dopuszczalne w wyrobach gotowych, o ile jest ich niewiele. Jedną z najniebezpieczniejszych w swoich skutkach wad stali są resztki jamy usadowej, które znajdują się zwykle w środkowej części bloczka i dlatego po wytłoczeniu pozostają w dnie skorupy. Jak wiadomo, dno skorupy



Rys. 8.
Mikrofotografja nadpęknięcia z winy materjału (podanego na rys. 7) (× 200).

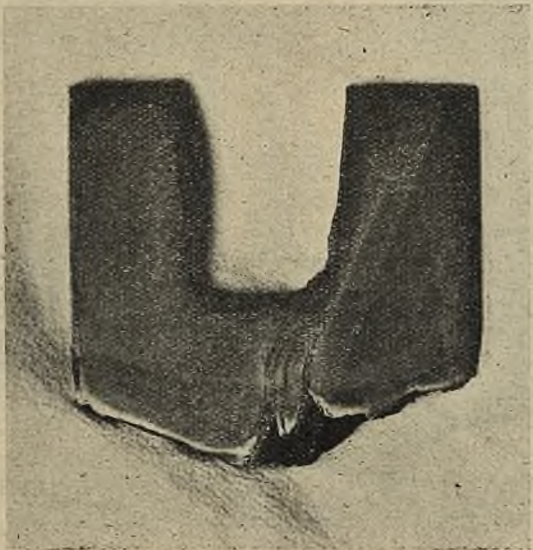


Rys. 9.
Mikrofotogr. szlifu z ferrytem zawierającym zanieczyszczenie włoskowate (× 200).

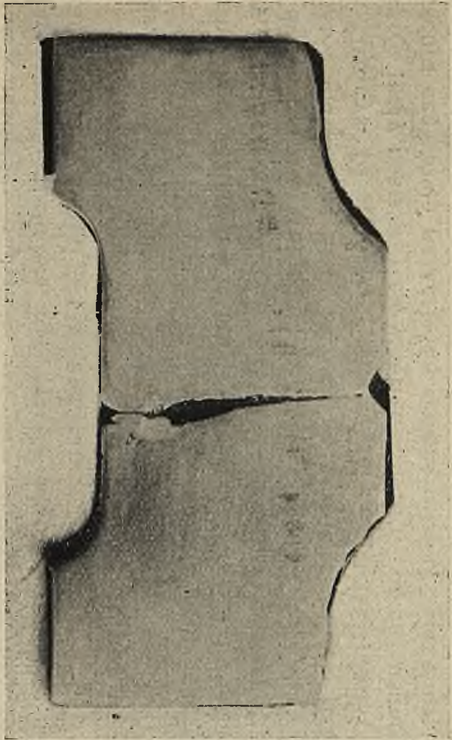
podczas strzału narażone jest na bezpośrednią styczność z gazami prochowemi. Stąd płomień przy dużem ciśnieniu może przez otwory jamy usadowej przedostać się do wnętrza skorupy napełnionej wybuchowym materjałem, dać przedwczesny wybuch w lufie i wywołać opłakane skutki z tem związane.

Na rys. 10 widzimy przekrajane dno skorupy po tłoczeniu z resztkami jamy usadowej.

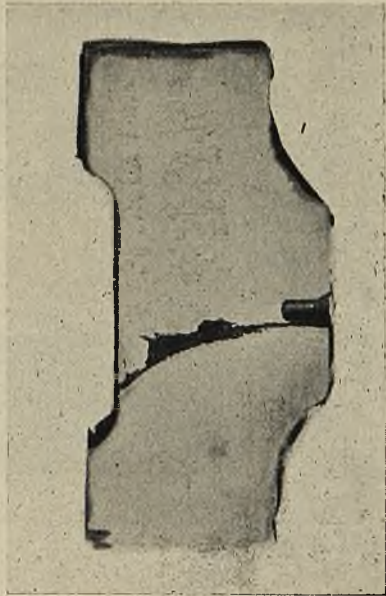
Na fot. 11 i 12 uwidocznione są denka skorup częściowo obtoczonych z pozostałością jamy usadowej, a na fot. 13 — denko skorupy wykończonej. W tym ostatnim wypadku na zewnętrznej stronie denka ledwie widoczny był otwór w dnie. Dopiero po przekrajaniu ujawnił się duży gazowy pęcherz z resztkami jamy usadowej. Na rys. 14 podajemy interesujący chociaż rzadki wypadek wpływu jamy usadowej na wnętrze komory. Jama usadowa przy tłoczeniu częściowo przeszła na wewnętrzną powierzchnię, tworząc charakterystyczną rysę podłużną, z małemi poprzecznemi ryskami w postaci naderwań. Rysa w dolnej części poszerza sie i przechodzi przez całą grubość dna. Resztki jamy usadowej łatwo zauważyć przy łamaniu pręcisk na płaszczyźnie przełomu. Prawidłowy przełom (rys. 15) nie powinien posiadać żadnych wkluczeń lub zbyt wy-



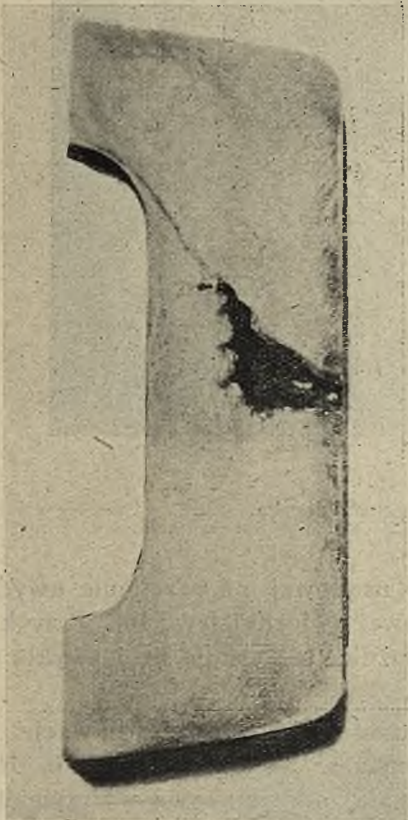
Rys. 10.
Przekrajane denko skorupy wytłoczonej, z jamą usadową.



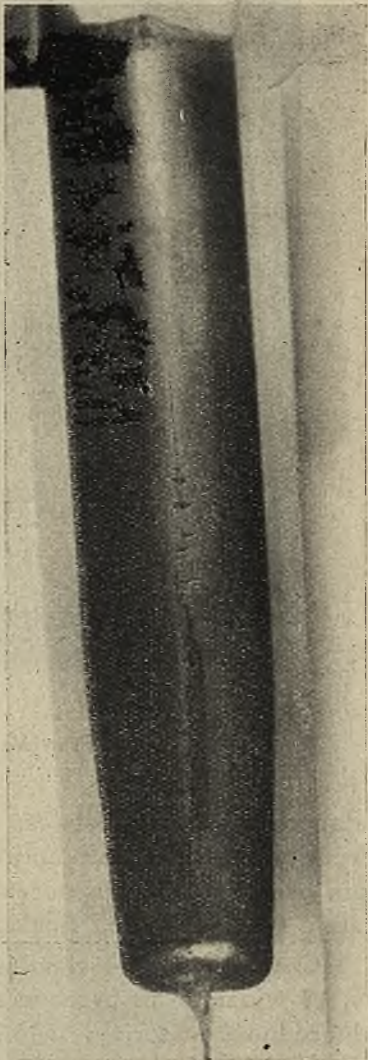
Rys. 11.
Przekrajane denko skorupy z jamą usadowa.



Rys. 12.
Denko skorupy z jamą usadową.



Rys. 13.
Denko skorupy wykończonej z jamą usadową.



Rys. 14.
Wyjście jamy usadowej na wewnętrzną powierzchnię skorupy.



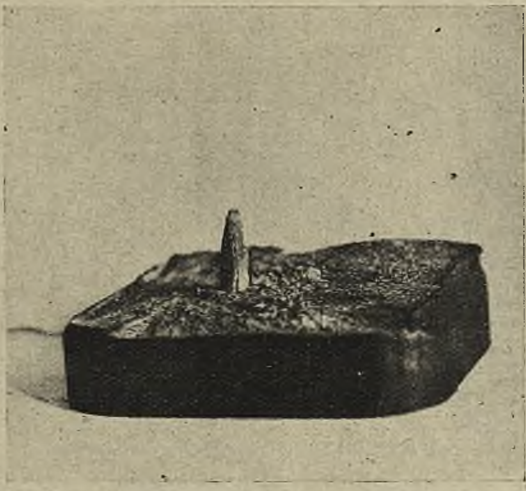
Rys. 15.
Prawidłowy przełom bloczka.

stających części. Pozostałość jamy usadowej na przełomie uwydatnia się w charakterze nieprawidłowej gwiazdki (rys. 16). Przy krajaniu pręciska piłą lub nożem gwiazdka ta maskuje się i zwykle nie zostaje wykryta przed tłoczeniem.

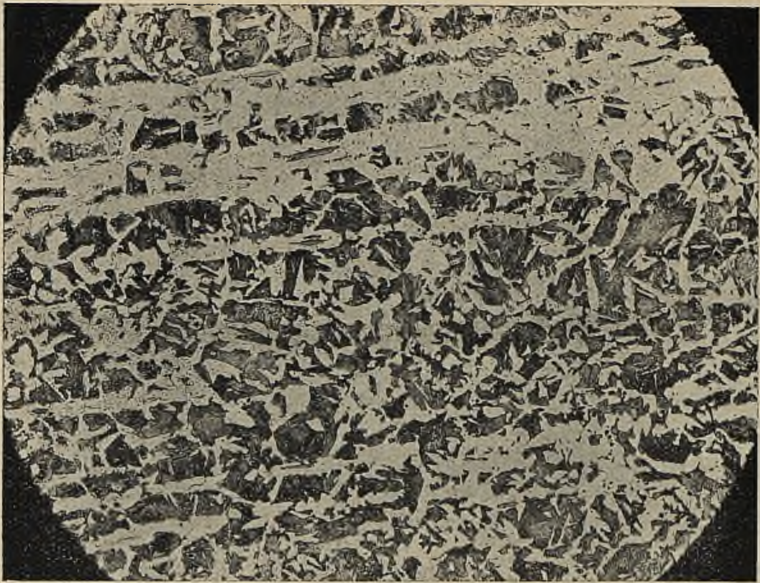
Często pozostałościom jamy usadowej towarzyszą likwacje. Na rys. 17 widzimy na przełomie bloczka wystające ostrze stali. Niejednorodność materjału spowodowała niejednakową wytrzymałość podczas łamania i twardsza warstewka nie złamała się tak, jak sąsiednie warstwy. Na rys. 18 przedstawiamy mikrofotografję przy powiększeniu 100-krotnem niejednorodnej budowy stali. Zanieczyszczenia o charakterze siarczków są wyciągnięte; w otaczających warstwach ferrytu znajdują się również i tlenki w postaci kropelek. Na rys. 19, powiększenie 200-krotne, podano mikrografję poprzecz-



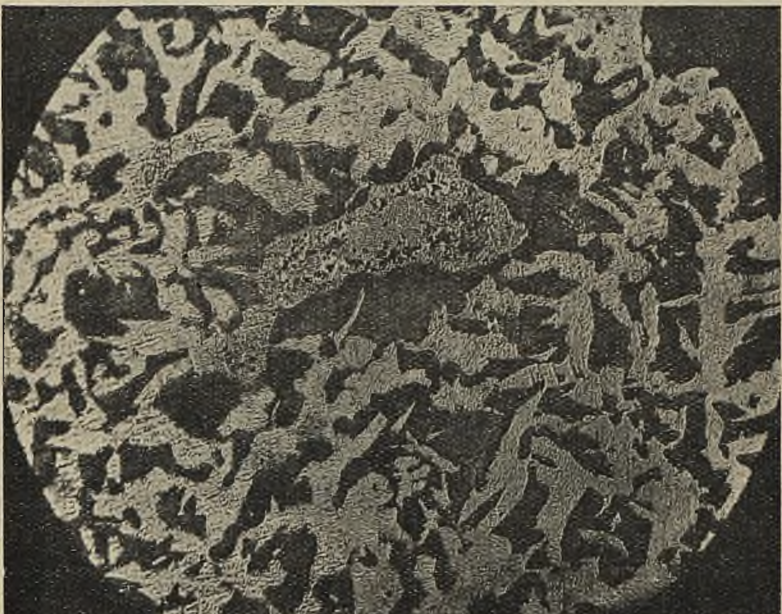
Rys. 16.
Jedna usadowa ujawniona na przełomie bloczka.



Rys. 17.
Skutki niejednorodności tworzywa na przełomie bloczka.



Rys. 18.
Niejednorodność struktury stali (× 100).



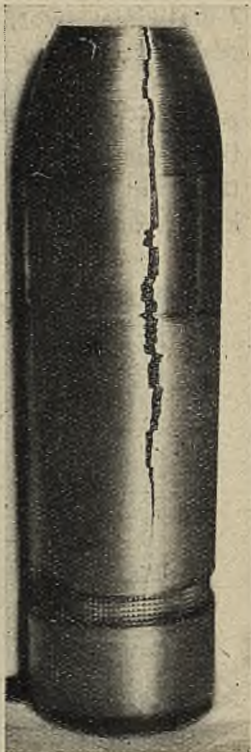
Rys. 19.
Pasmo ferrytu bogate w tlenki (przekrój poprzeczny) (× 200)

nego przekroju pasma ferrytu bogatego w tlenki. Na rys. 20 przy powiększeniu 200-krotnem uwidoczniono zanieczyszczenia wyciągnięte wzdłuż warstw. Budowa warstwowa i zanieczyszczenia niebezpieczne są dla wyrobów przy obróbce termicznej. Taka budowa ułatwia pęknięcia i nadpęknięcia, których często nie można zauważyć gołem okiem. Mikroskopowe pęknięcia zapoczątkowują się w wielu wypadkach przez podobne zanieczyszczenia i rozpowszechniają się w kierunku tych warstw. Skorupy takie często posiadają głuchy dźwięk, poddane przepisowej próbie odbiorczej na prasie hydraulicznej pękają przeważnie po linji prostej równoległej do osi tłoczenia (rys. 21).

Stal zanieczyszczona tlenem, siarką i fosforem posiada budowę niejednorodną. Obecność nadmiaru tlenu, siarczków i fosforu sprzyja



Rys. 20.
Zanieczyszczenie wyciągnięte wzdłuż warstw (× 200).

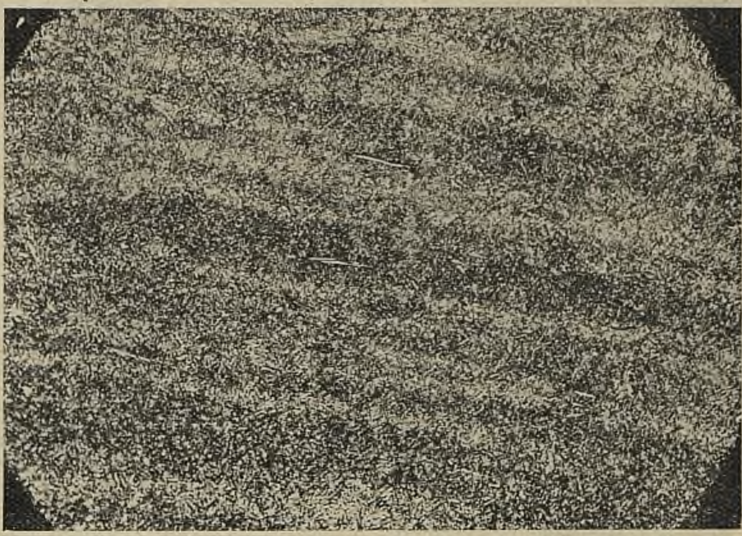


Rys. 21.
Skorupa pęknięta po linji tłoczenia (walcowania) podczas próby przepisowej w prasie hydraulicznej.

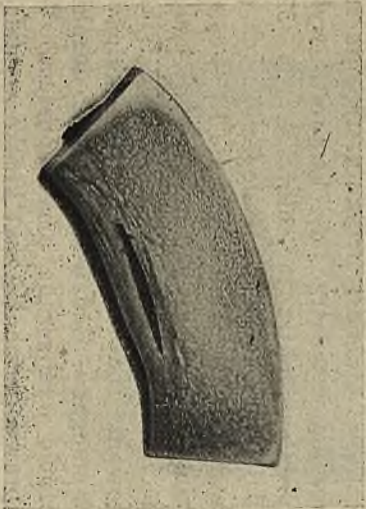
wytwarzaniu się kolejno powtarzających się warstw strukturalnie od siebie odmiennych. Na rys. 22 w powiększeniu 200-krotnem widzimy warstwowość na wytrawionym szlifie, wyciętym ze skorupy po termicznem ulepszeniu. Jedna warstwa jest bogatsza w tlen ewentualnie w fosfór (siarczki), druga — w węgiel. Tlen i fosfór podnoszą temperaturę przemiany allotropowej, natomiast węgiel obniża ją. Obecność takiego różniczkowania warstw bogatych w tlen i węgiel doprowadza w czasie hartowania do dylatometrycznych anomalij poszczególnych sąsiednich warstw. Między warstwami przechodzą płaszczyzny słabości, wzdłuż których łatwo zachodzi ścinanie.

Obecność na granicach tych warstw niemetalicznych skupień wyciągniętych w kierunku walcowania ułatwia przebieg ścinania, ewentualnie pękania. Poza tem powstające w czasie hartowania naprężenia skupiają się na granicach tych warstw, przyśpieszają i ułatwiają tworzenie się rys lub nadpęknięć wzdłuż istniejących płaszczyzn słabości.

Do wad utajonych należą również pęcherze. Na rys. 23 mamy pęcherz gazowy, który podczas tłoczenia zniekształcił linję wewnętrzną komory. Na rys. 24 przedstawiono pęcherz otrzymany po tłoczeniu również wewnątrz skorupy. Na rys. 25 podajemy przekrój podłużny przez ten pęcherz. Długość tego pęcherza wynosiła



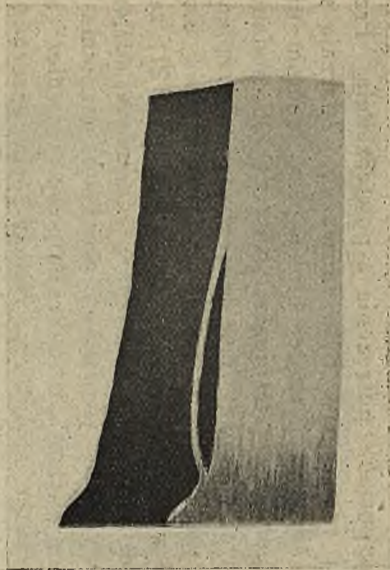
Rys. 22.
Warstwowość stali skorupy po termicznej obróbce (x 200).



Rys. 23.
Pęcherz gazowy w skorupie.



Rys. 24.
Pęcherz na wewnętrz. pow. skorupy.



Rys. 25.
Przekrój przez pęcherz podany na rys. 24.

32 mm a szerokość 5 mm. Widzimy, że pęcherz ten jest ściśle wewnętrzny i nie posiada połączenia z powierzchnią. Przed tłoczeniem wady tej nie można było zauważyć. Zdarzają się czasem wypadki, że w środkowej części bloka przy łamaniu ujawnia się wkluczenie o charakterze trzpienia. Na rys. 26 podano przełom bloczka, w którym widoczny jest taki wystający trzpień. Trzpień ten ciągnął się wzdłuż osi pręciska. Po przełamaniu bloka w dalszej jego części uwydatniło się w przełomie (rys. 27) zakończenie trzpienia o charakterze wygiętej szpary zapełnionej żużlem. Badania chemiczne wykazały jednakowy skład stali trzpienia i bloczka. Badania metalograficzne i mikroskopowe również stwierdziły jednakowy charakter struktury. Należy przypuszczać powstanie tego trzpienia jeszcze podczas krzepnięcia bloka wskutek tak zwanego przez praktyków „pompowania" bloka, lub jako rezultat zjawiska odwrotnej likwacji. Na fot. 28, powiększenie 70-krotne, widzimy miejsce połączenia trzpienia z blokiem i strukturę perlityczną obu części. Oprócz tego widoczny jest początek żużli rozdzielający trzpień od bloczka. Na rys. 29, powiększenie 70-krotne, podano mikrofotografję szlaki między blokiem a trzpieniem, wykrystalizowanej w charakterystycznej strukturze choinkowej.

Wyjątkowy wypadek zaszedł raz podczas przecinania nożem bloczka na obrzynarce. Żaden nóż tokarski nie mógł przekrajać bloczka, wówczas gdy zwykle bloczki takiej stali przecinało się zupełnie dobrze. Tylko przy pomocy szlifierki udało się przeciąć bloczek. Po wytrawieniu odpowiednio wyszlifowanej i odpolerowanej ćwiartki przekroju otrzymano obraz podany na rys. 30. Widzimy w środku kwadratowe wkluczenie obcego materjału wraz z kilkoma wkluczeniami wewnątrz kwadratu.

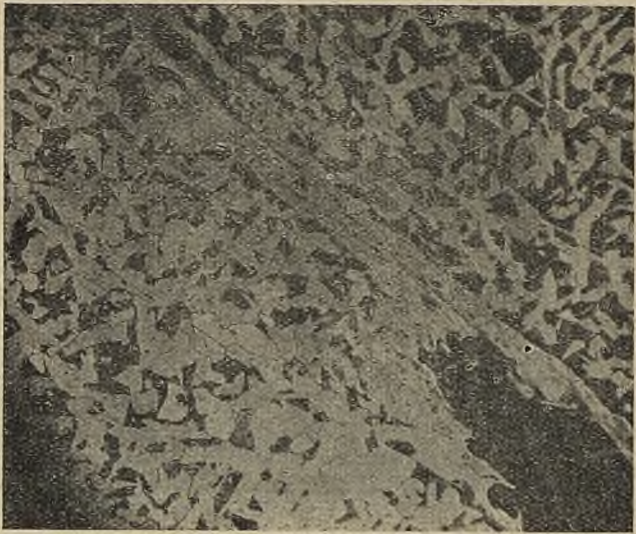
Pod mikroskopem wewnętrzna część kwadratu wykazała budowę austenityczną. Natomiast struktura stali otaczającej kwadrat oraz małe wkluczenia wewnątrz tego kwadratu wykazały budowę stali podeutentoidalnej (patrz mikrofot. Nr. 31, 32). Chemiczna analiza potwierdziła wynik badań metalograficznych, gdyż wykazała, że tworzywo wewnątrz kwadratu zawierało 1% węgla i 12,1% manganu. Jak widzimy, stal była namanganowana, należąca do typu austenitycznych. Zjawisko takie mogło powstać tylko wskutek niedbałego przygotowania stali w piecu martenowskim, gdy normalna domieszka ferro-manganu, dodawana w celu dezoksydacji wanny, nie została należycie wymieszana przed spustem. W kadzi odlewniczej stal najprawdopodobniej zbyt krótko wystała się i nie zdążyła ujednorodnić się.



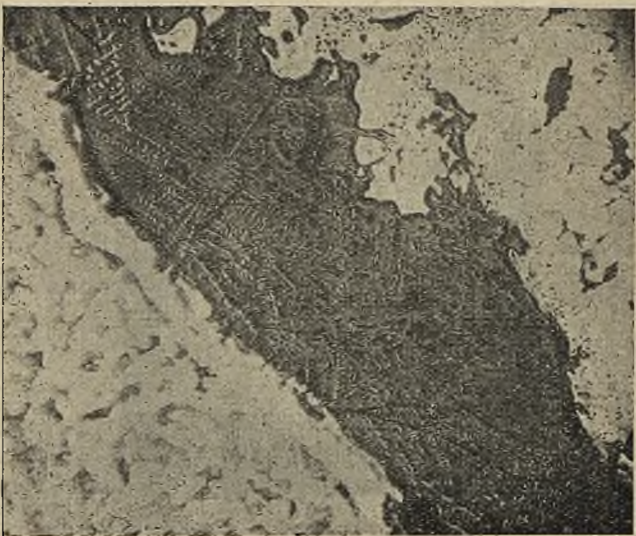
Rys. 26.
Przełom bloczka w wystającym trzpieniem w środku.



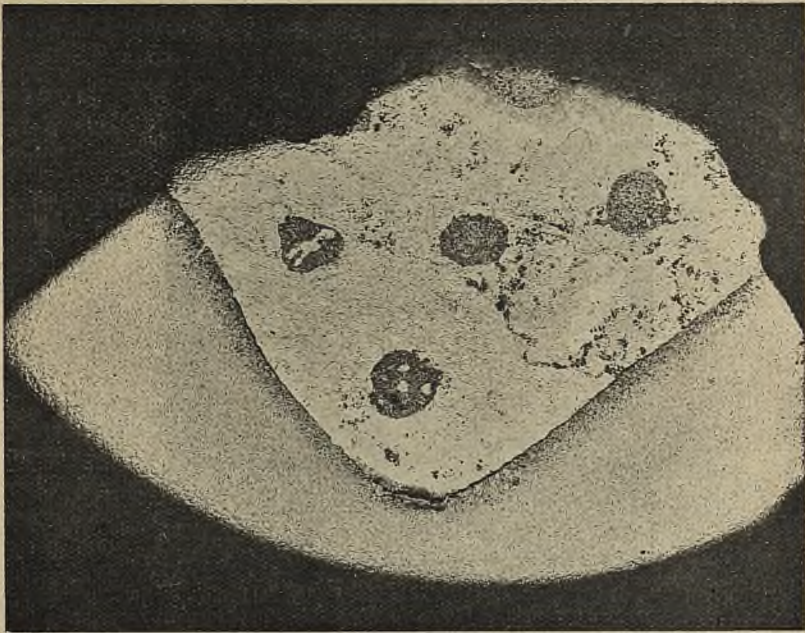
Rys. 27.
Zakończenie trzpienia (podanego na rys. 26) w bloczku.



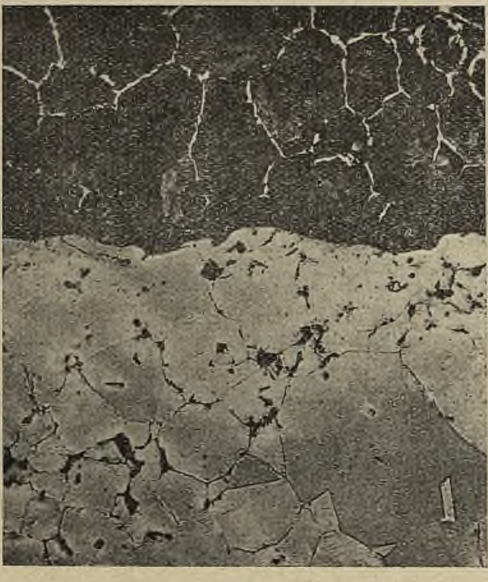
Rys. 28.
Połączenie trzpienia z blokiem i początek żużli. (× 70).



Rys. 29.
Żużlowe zanieczyszczenia między trzpieniem a blokiem. (× 70).



Rys. 30.
Kwadratowe wkluczenie spowodowane ferromanganem. (× 2).



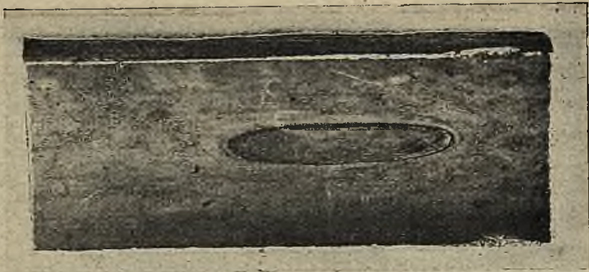
Rys. 31.
Połączenie wkluczenia o charakterze drutu z namanganowanem kwadratowem wkluczeniem. (×150).



Rys. 32.
Połączenie wkluczenia kwadratowego (budowa austemityczna) z otaczającą stalą bloku (budowa perlityczna) (X 150)

Do wad, ujawniających się przez tłoczenie, należą tak zwane języki, oczka i naderwania, występujące na wewnętrznej powierzchni skorup przy tłoczeniu. Wady te sięgają do głębokości 3 mm i ze względu na dokładność komory są bardzo szkodliwe, gdyż w wielu wypadkach nie dają się poprawić, powodując braki. Na rys. 33 uwidoczniony jest „język". Na rys. 34 „język" taki wychodzi na powierzchnię w postaci eliptycznej, lecz połączony jest bezpośrednio z wewnętrzną powierzchnią materjału. Na rys. 35 widzimy oczko.

Na rys. 36 uwidoczniono przekrój przez język jednego z okazów. Odstająca część w postaci blaszki dowodzi, że język ten mógł powstać od pęcherza gazowego. Na rys. 37, powiększenie 50-krotne, widzimy szlif wykonany z przekrajanego języka. Na rys. 38, powiększenie 50-krotne, podano początek języka po wytrawieniu kwasem pikrynowym. Niejednorodność struktury, wybitna warstwowość i zanieczyszczenia wywołują te zjawiska przy tłoczeniu. Szczególnie bardzo szkodliwa dla produkcji jest stal źle odtleniona. Jak wiadomo, krzepnięcie bloka odbywa się zazwyczaj w ten sposób, że po-



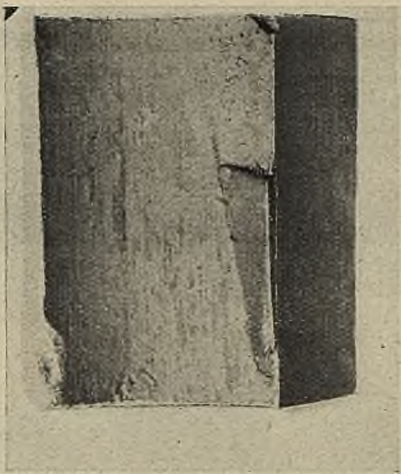
Rys. 35.
Oczko.



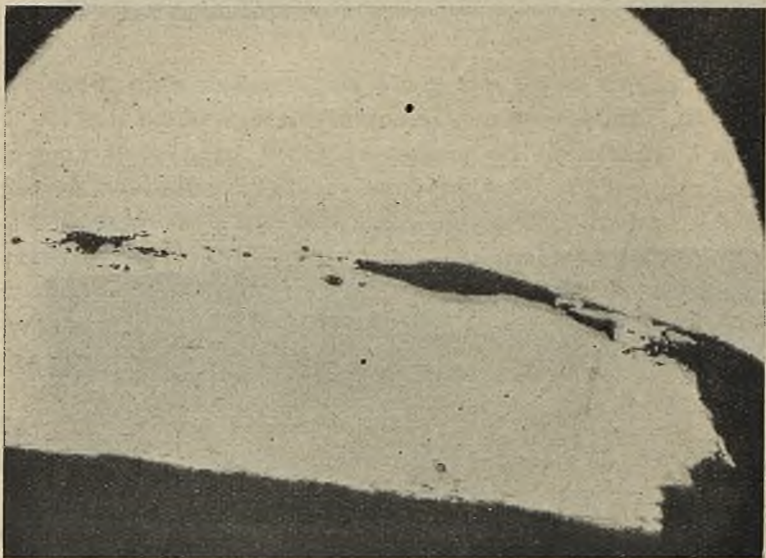
Rys. 34.
Tak zwany „język".



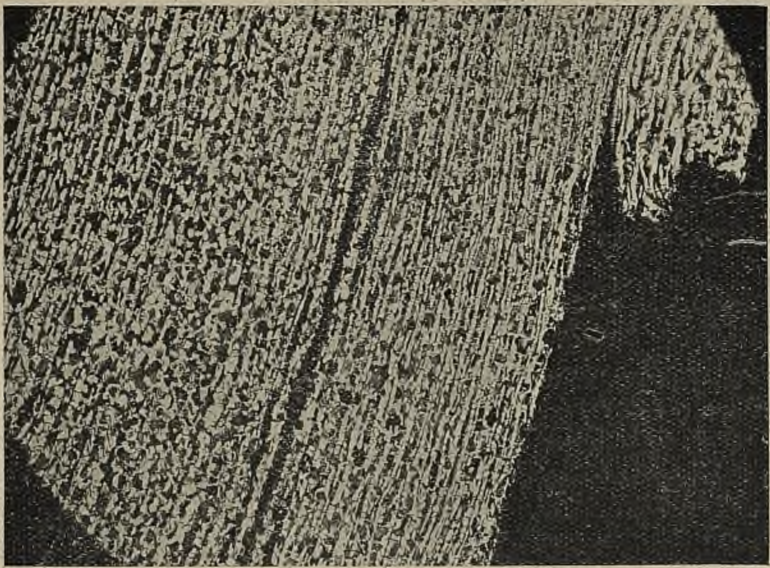
Rys. 33.
Tak zwany „język".



Rys. 36.
Przekrój przez język.

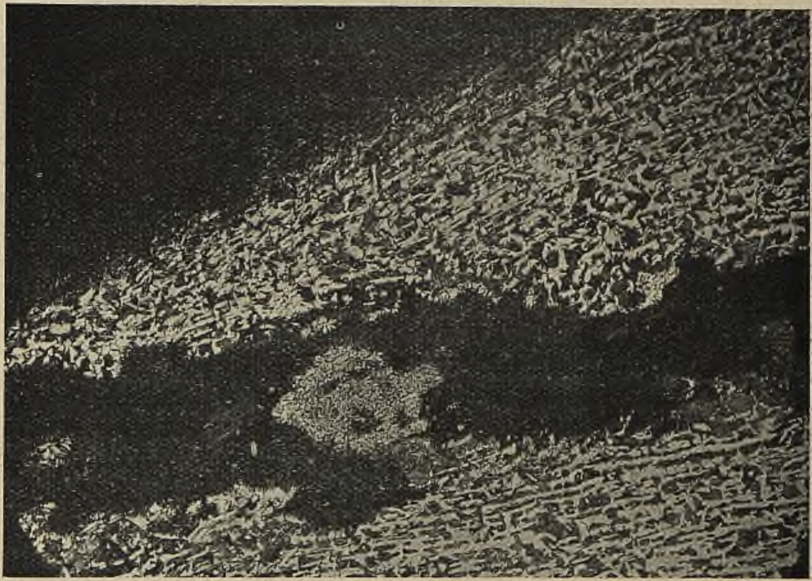


Rys. 37.
Mikrofotografja szlifu z przekrajanego języka (x 50) (bez trawienia).

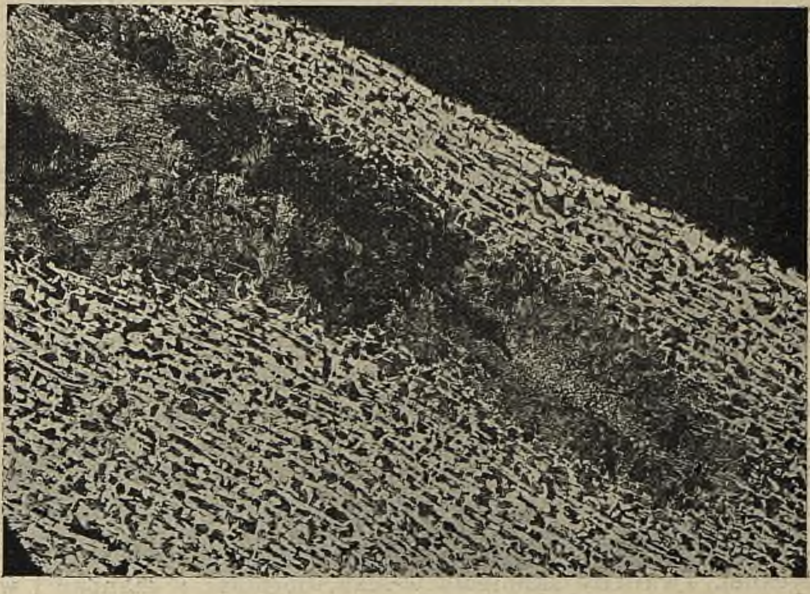


Rys. 38.
Mikrografja szlifu z przekrajanego jeżyka po trawieniu kwasem pikrynowym (x 50).

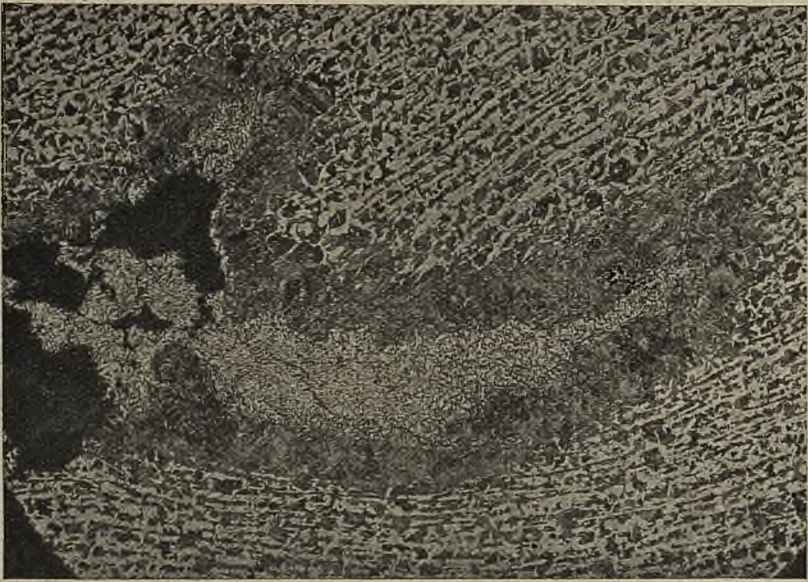
szczególne warstwy krzepną kolejno. Gdy wytop nie został dobrze wygotowany i wytrzymany w piecu martenowskim, to w miedzydentrytycznych przestrzeniach skupiają się niemetaliczne wtrącenia, które w czasie walcowania zostają wyciągnięte w kierunku walcowania, sprzyjając wytwarzaniu się wybitnie warstwowej budowy. Stopień kruchości tych warstw w kierunku ich biegu jest znacznie większy niż w kierunku prostopadłym. W tych wypadkach, kiedy warstwy układają się nie równolegle do kierunku tłoczenia, a pod kątem — płaszczyzny ułatwionej łupliwości wychodzą na powierzchnię tłoczenia. Wtedy ułatwia się w czasie tłoczenia wytwarzanie się języków, naderwań i t. d. Na rys. 39, 40, 41, 42 podane są mikrofotografje przy powiększeniu 50-krotnem szlifów wykonanych z przekrajanych języków. Szlify podane na rys. 39, 40, 41 były wytrawione kwasem pikrynowym, na rys. 42 — wytrawiony pikrynianem sodu. Widzimy w ostatnim wypadku duże skupienie cementytu, który z natury swej jest o wiele twardszy od otaczającej budowy perlitycznej. Twardsze skupienia w stali, bogatsze w mangan i węgiel, były przyczyną tych wad. Powstają one wskutek źle rozpuszczonego ferro-manganu jeszcze w czasie dezoksydacji w piecu



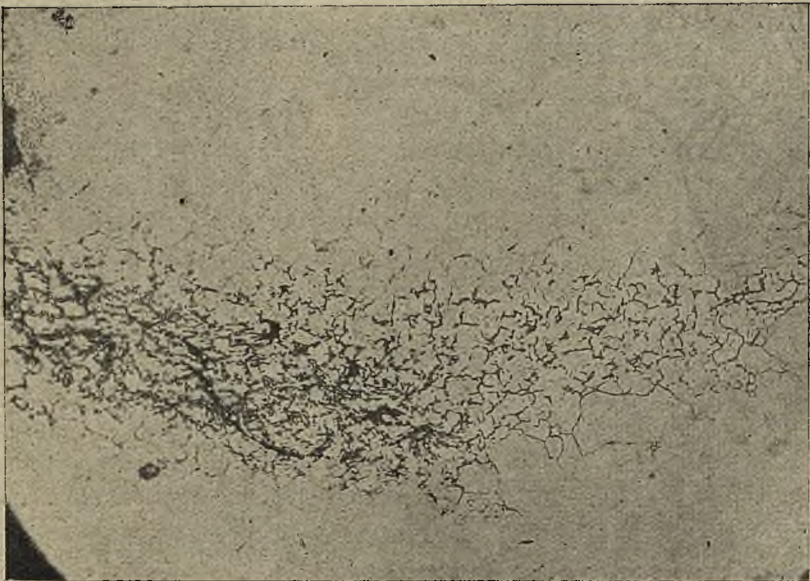
Rys. 39.
Przekrój przez język. Szlif trawiony kwasem pikrynowym (x 50).



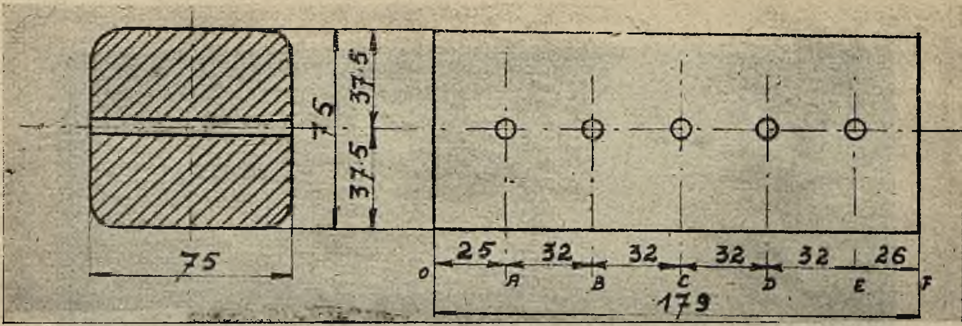
Rys. 40.
Przekrój przez język. Szlif trawiony kwasem pikrynowym (x 50).



Rys. 41.
Przekrój przez język. Szlif trawiony kwasem pikrynowym (x 50).



Rys. 42.
Przekrój przez język. Szlif trawiony pikrynianem sodu. Skupienie cementytu (x 50).

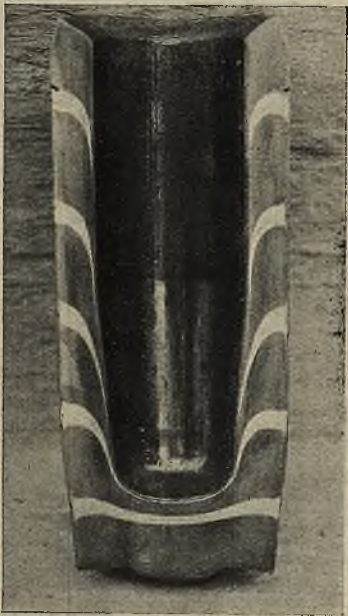


Rys. 43.

TABELA Nr. 1.

Wydłużenie warstw					Przesunięcie centrów				
Oznaczenie	Długość po wyciąg. w mm	Długość pierwot. w mm	Przyrost w mm	Przyrost w %	Oznaczenie	Długość po wyciąg. w mm	Długość pierwot. w mm	Przyrost w mm	Przyrost w %
Kielich po tłoczeniu. Za podstawę obliczeń wzięte były pierwotne wymiary blaszki.									
A_1-A_2	50	37.5	12.5	33.3	$O-A_1$	26.0	26	1.0	4.0
B_1-B_2	72	37.5	34.5	92.0	A_1-B_1	36.3	32	4.3	13.3
C_1-C_2	78	37.5	40.5	108.0	B_1-C_1	40.5	32	8.5	26.6
D_1-D_2	88	37.5	50.5	134.7	C_1-D_1	40.5	32	8.5	26.6
E_1-E_2	52	37.5	14.5	38.7	D_1-E_1	43.3	32	11.3	35.2
F_1-F_2	44.5	37.5	7	18.7	E_1-F_1	32.0	26	6.0	23.1
Kielich po przeciąganiu. Za podstawę obliczeń wzięte były pierwotne wymiary blaszki.									
A_1-A_2	54	37.5	16.5	44.0	$O-A_1$	33.0	26	7	28.0
B_1-B_2	78	37.5	40.5	108.0	A_1-B_1	46.0	32	14.0	44.0
C_1-C_2	88	37.5	50.5	134.7	B_1-C_1	67.0	32	35.0	109.4
D_1-D_2	102	37.5	64.5	182.7	C_1-D_1	61.0	32	29.0	90.6
E_1-E_2	57.0	37.5	19.5	52.0	D_1-E_1	61.0	32	29.0	90.6
F_1-F_2	48.0	37.5	10.5	28.0	E_1-F_1	45.5	26	19.5	75.0
Kielich po przeciąganiu. Za podstawę obliczeń wzięte były wymiary skorupy po tłoczeniu.									
A_1-A_2	54	50	4	8	$O-A_1$	33.0	26	7	26.9
B_1-B_2	78	72	6	8.3	A_1-B_1	46.0	36.3	9.7	27.0
C_1-C_2	88	78	10	12.9	B_1-C_1	67.0	40.5	16.5	40.7
D_1-D_2	102	88	14	16.0	C_1-D_1	61.0	40.5	20.5	50.6
E_1-E_2	57	52	[illegible]	[illegible]	D_1-E_1	61.0	43.3	17.7	40.9
F_1-F_2	48	44.5	3.5	8.0	E_1-F_1	45.5	32.0	13.5	42.0

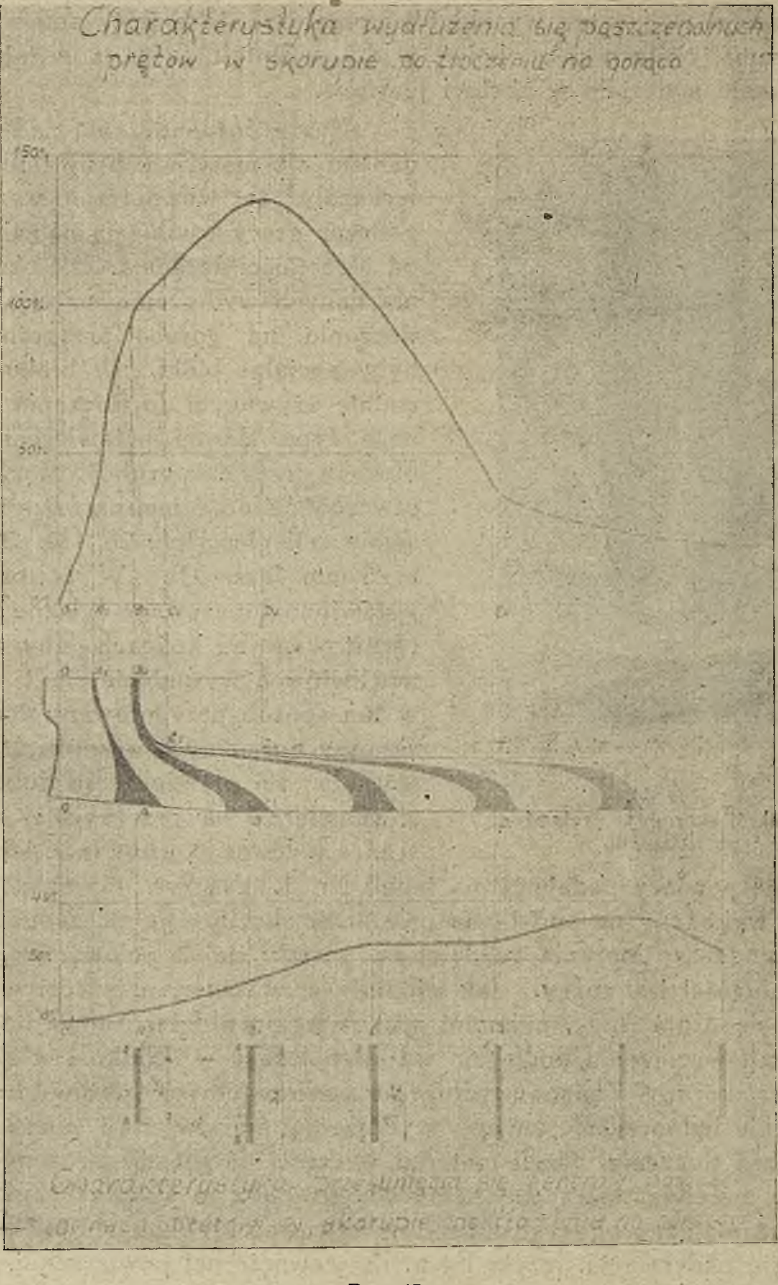
martenowskim. O ile tłocznik spotka takie twarde i nieplastyczne miejsce nawet w tak wysokiej temperaturze, jaką jest temperatura tłoczenia, obsuwa całą okolicę w dół, wskutek czego powstaje naderwanie materjału w postaci języków.



Rys. 44.
Przekrój skorupy z prętami po tłoczeniu.

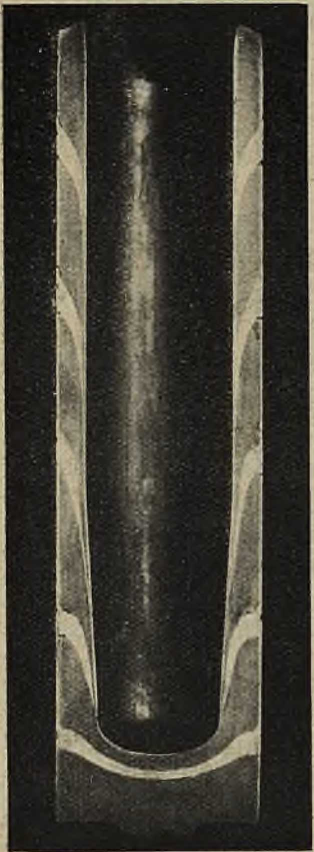
Nasze doświadczenia nad układaniem się materjału przy tłoczeniu wykazały, że wewnętrzne warstwy podczas pracy wydłużają się zależnie od głębokości tłoczenia. Dla określenia danych wydłużenia materjału po tłoczeniu na gorąco przygotowane były specjalne bloki. W bloku normalnie używanym do tłoczenia pewnego typu skorup przewiercono na blokach przez całą grubość bloczka 5 otworów o śred. 6 mm na różnych od siebie odległościach: 26, 32, 32, 32 i 25 mm (rys. 43). W otwory te wstawiono dopasowane żelazne pręty roznitowane na końcach, aby uniemożliwić ich wysunięcie się.*) Blok w ten sposób przygotowany tłoczyło się przy normalnych warunkach prasowania. Po przetłoczeniu dokonało się pomiarów na przekrajanej przez środek połówce skorupy (rys. 44). Dokładne pomiary podajemy na tabeli Nr. 1. Na rys. 45 mamy wykres wykonany na podstawie pomiarów skorupy po tłoczeniu. Pręciki podczas tłoczenia rozdzielone zostały na 2 połowy, przyrost ich długości jest różny. Jak widzimy z wykresu, najwięcej wyciągnął się drugi D_1D_2, najmniej pręt A_1A_2 przy dnie. Naogół największemu wyciąganiu podlegają warstwy leżące w środku i w dolnej części skorupy. Zmiana wydłużenia poszczególnych prętów charakteryzuje jednocześnie zmianę wydłużenia warstw stali pociskowej podczas tłoczenia. Jeżeli materjał w części najwięcej narażonej posiada mniejszą wytrzymałość na gorąco bądź to wskutek zanieczyszczeń, niejednorodnej struktury, warstwowości lub innych wad—tworzą się naderwania, języki i t. p. na wewnętrznej powierzchni. Jak

*) p. również Wiad. Techn.-Art. Nr. 12 „Zachowanie się materjału przy procesach cieplnych podczas wyrobu pocisków działowych"—prof. inż. Płużański i inż. Berger.


Charakterystyka wydłużenia się poszczególnych
prętów w skorupie po złożeniu na gorąco
150%
100%
50%

Rys. 45.

widzimy na wykresie rys. 45 najwięcej wyciągają się części prętów w pobliżu wewnętrznej powierzchni. Stąd wady ujawnione są względnie płytkie. W dolnej części tego rysunku mamy charakterystykę przesunięcia się centrów poszczególnych prętów od strony zewnętrznej skorupy. Przesunięcie a raczej wydłużenie bloka przy tłoczeniu skorupy wynosi ok. 22%.



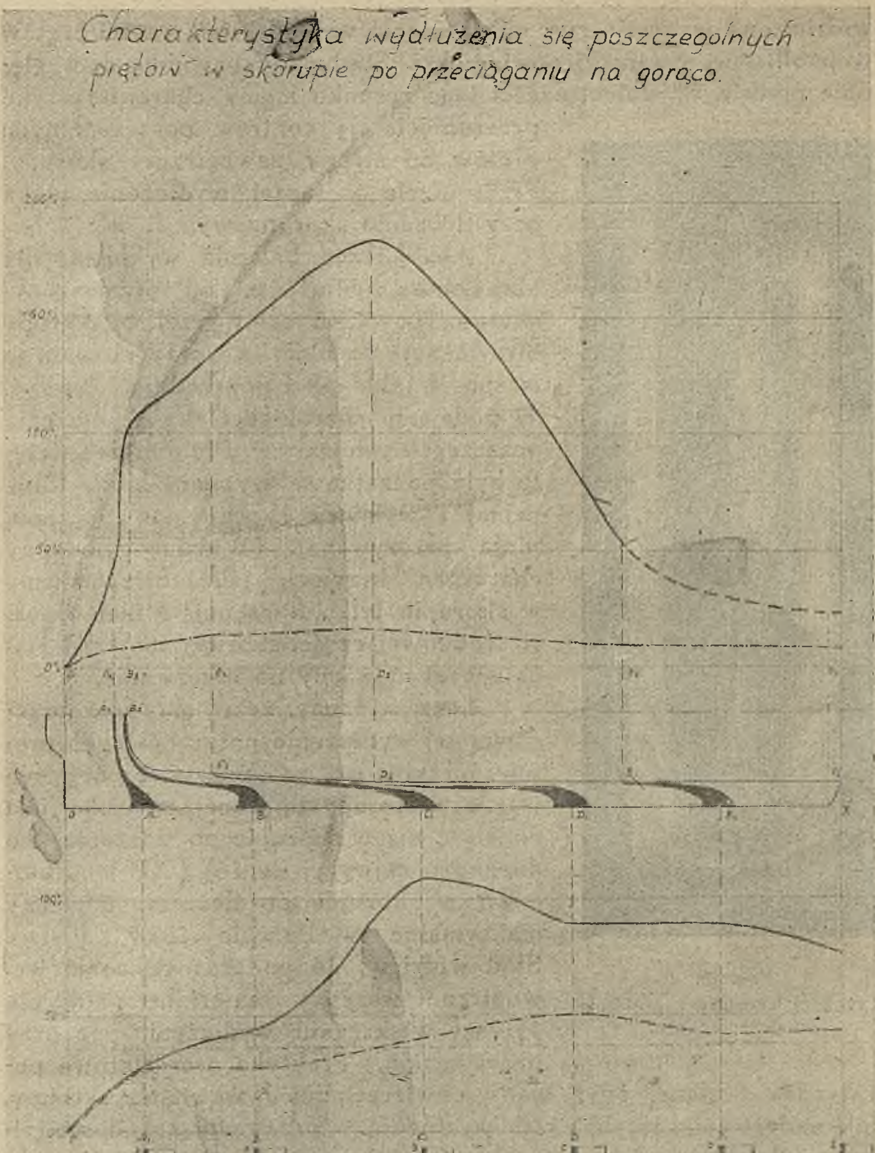
Rys. 46.
Przekrój skorupy z prętami po przeciąganiu.

Analogiczne badania wykonano dla określenia wydłużenia po przeciąganiu skorup. Na fot. 46 mamy przekrój skorupy otrzymanej z bloczka przygotowanego w sposób taki, jak i poprzednio. Na rys. 47 podajemy charakterystykę wydłużenia poszczególnych warstw. Dla obliczeń wzięte były początkowe wymiary bloka (linja pełna) i wymiary skorupy po tłoczeniu (linja przerywana). Widzimy podobny charakter krzywej, jaką otrzymaliśmy w skorupie tylko tłoczonej. Mniej więcej w środkowej części skorupy materjał jest najwięcej narażony na rozerwanie.

Lecz widzimy, że w skorupie przeciągniętej wydłużenie poszczególnych prętów, przyjmując za podstawę obliczeń wymiary skorupy tłoczonej, znacznie jest mniejsze niż w skorupie po tłoczeniu, bo dochodzi najwyżej do 16% (D_1D_2). Natomiast w skorupie po tłoczeniu mieliśmy maksymalne wydłużenie 182,7% (D_1D_2). Stąd widzimy, że podczas tłoczenia wewnętrzne warstwy materjału podlegają 11 razy większemu wydłużeniu niż przy przeciąganiu. Praktyka warsztatowa potwierdza te dane, gdyż wady powierzchniowe wewnątrz skorupy, jak naderwania, języki i t. d. występują w przeważającej ilości tylko po tłoczeniu.

W dolnej części wykresu 47 podaliśmy również przesunięcia centrów poszczególnych prętów od strony zewnętrznej skorupy po przeciąganiu.

Jak wiadomo, stal pociskowa idzie na wyroby bardzo odpo-


Charakterystyka wydłużenia się poszczególnych
prętów w skorupie po przeciąganiu na gorąco.
Charakterystyka przesunięcia się centrów poszczególnych
prętów w skorupie po przeciąganiu na gorąco
Za podstawę obliczeń brane były wymiary bloczka
skorupy po tłoczeniu

Rys. 47.

wiedzialne. Wobec tego stal ta powinna być jak najlepiej przygotowana i jak najstaranniej wysortowana. Stal, jak widzieliśmy, może posiadać dużo wad ukrytych, które nie dadzą się ujawnić podczas zwykłego makroskopowego kontrolowania. Wszelkie wady materjału ujemnie wpływają na jakość wyrobów, powodując zbyteczne zwiększenie kosztów obróbki. Wady ukryte i nieujawnione podczas produkcji mogą pociągnąć za sobą nieobliczalne straty podczas strzelania.

Jest rzeczą zrozumiałą, że w praktyce trudno otrzymać stal idealną. Zawsze część tworzywa będzie posiadała pewne wady hutnicze, pochodzące częściowo z czasów wytopów w piecu martenowskim, a przeważnie z czasów odlewania, a nawet i walcowania. Lecz ilość tych wad powinna być minimalna.

Dlatego zadaniem huty jest wytwarzać jak najlepszy materjał, a zadaniem fabryki produkującej pociski — dążyć do ujawnienia wszelkich wad materjału w czasie fabrykacji. Każda pobłażliwość względem wad, jak źle rozwalcowane pęcherze, pęknięcia wewnętrzne, niemetaliczne wtrącenia, wybitna warstwowość, twarde miejsca i t. p. pozostawia obawę, że ukryte w tworzywie gotowej skorupy wady materjalne, osłabiając wytrzymałość, mogą przyczynić się najniespodziewaniej do pęknięć w czasie próby hydraulicznej, przy transporcie, w czasie leżenia w składach, a nawet i w lufie działowej. Pocisk jest jednem z narzędzi wojny. Więc należy zatosować wszelkie ostrożności i nie szczędzić starań, ażeby nie stał się przyczyną nieszczęścia w czasie pokojowym, wśród własnych wojsk w czasie wojny.

Celem niniejszego referatu jest zwrócić uwagę wszystkich produkujących jak stal pociskową, tak i same pociski — na wielkie straty, które pociąga za sobą każde niedbalstwo hutnicze, każde ustępstwo na korzyść kosztów fabrykacji ze szkodą dla samego wyrobu.

Uważam za swój obowiązek podziękować tą drogą Panu prof. dr. inż. Feszczenko-Czopiwskiemu za przejrzenie pracy i udzielenie mi cennych wskazówek naukowych.

662.3

Kpt. inż. ŚMIŚNIEWICZ TADEUSZ
i inż. WYKOWSKI WIESŁAW.

PRAKTYCZNA METODA OZNACZANIA STOPNIA WILGOTNOŚCI PROCHU BEZDYMNEGO NITROCELULOZOWEGO.

Dawne badania Vieille'a i najnowsze Muraour'a stwierdzają zgodnie, że zawartość wilgoci w prochu wpływa znacznie na jego szybkopalność oraz własności balistyczne. Proch wilgotny będzie się palił wolniej, suchszy — prędzej, a mianowicie 1% wilgotności prochu zmniejsza jego szybkopalność o około 10%, jednocześnie zmniejszając energję prochu o 10—13%. Z pomiędzy różnych własności balistycznych prochu do najważniejszych należą: szybkość początkowa pocisku i ciśnienie maksymalne gazów. Zależnie od wilgotności prochu obydwie te wielkości zmieniają się w dość szerokich granicach, co pozwala producentowi na regulowanie własności balistycznych prochu przez doprowadzenie go do pewnego stopnia nawilżenia. Ze względów jednak strzelniczych jest rzeczą pożądaną, aby proch w okresie przechowywania w magazynie nie zmieniał swych własności, co sprowadza się w praktyce do ściśle określonych metod fabrykacji, jak również do ustalenia pewnych, ściśle ograniczonych tolerancyj na wszelkie właściwości prochu, a więc i dla zawartości wilgoci. Proch bezdymny nitroglicerynowy wyróżnia się małą hygroskopijnością, natomiast nitrocelulozowy jest przeciwnie bardzo pod tym względem wrażliwy. Przy zetknięciu się z powietrzem szybko pochłania wilgoć, lub też ją traci, zależnie

od stopnia nasycenia powietrza parą wodną. Ta wrażliwość prochu na stan wilgotności powietrza stanowi poważną trudność techniczną, gdyż podczas fabrykacji proch w ciągu znacznego czasu styka się z powietrzem, a więc stopień jego nawilżenia zmienia się ciągle. Przez zastosowanie odpowiednich metod suszenia i nawilżania udaje się jednak otrzymać proch o żądanym stopniu wilgotności.

Niemniej jednak zagadnienie nie jest takie proste i wymaga personelu bardzo wyrobionego, który prawie intuicyjnie musi odczuwać jak zmienia się wilgotność prochu w czasie końcowych okresów fabrykacji.

Dla ułatwienia majstrowi tej pracy, w salach, gdzie proch się miesza, sortuje, przesiewa i magazynuje, umieszcza się higrometry, wskazujące stale procentowość nasycenia powietrza wilgocią. Niezależnie od tego, bardzo częsta kontrola laboratoryjna stopnia wilgotności prochu jest niezbędna.

Oznaczenie laboratoryjne absolutnej wilgotności jest rzeczą niezmiernie trudną, gdyż proch nitrocelulozowy zawiera prócz wilgoci szereg innych składników lotnych, i wreszcie główny składnik prochu — nitroceluloza jest produktem stosunkowo łatwo rozkładającym się, przy wydzielaniu produktów lotnych. Poważną trudność dla oznaczenia ścisłego stanowi również charakter koloidalny — żelowy samego prochu. Wszystkie te przyczyny powodują, że normalny sposób oznaczania wilgoci przez suszenie do stałej wagi jest w tym wypadku niemożliwy do zastosowania praktycznego.

Suszenie w niskiej temperaturze pod próżnią, albo wprost pod próżnią nad kwasem siarkowym, chlorkiem wapnia lub P_2O_5 jest pewniejsze, lecz wymaga znacznej ilości czasu i szeregu innych warunków, czyniących ten sposób mało praktycznym do stosowania, szczególnie dla kontroli ruchowej.

Normalnie w praktyce stosuje się więc metody czysto konwencjonalne, polegające na oznaczaniu straty ciężaru próbki prochu po suszeniu jej ściśle określoną ilość godzin, w pewnej umówionej temperaturze. Ze względu na ścisłość wyrażania, otrzymaną różnicę ciężaru nazywa się nie wilgotnością, lecz t. zw. ciałami lotnemi prochu. Istnieje wiele metod umówionych, różniących się w zasadzie tylko doborem temperatury i czasu suszenia. Wszystkie te metody, jako konwencjonalne, tylko wówczas będą miały wartość, jeżeli wszelkie warunki oznaczenia będą zupełnie ściśle sprecyzowane, aż do najdrobniejszych szczegółów. Badania własne, jak również

i obce, wykazały dowodnie, że w tym wypadku żadnego z czynników lekceważyć nie należy.

Wymieńmy tutaj dla przykładu wszystkie te czynniki, które należy brać pod uwagę przy wykonaniu oznaczenia t. zw. ciał lotnych prochu metodą suszenia.

Przedewszystkiem musi być ustalony typ suszarki, sposób jej wentylacji, jej wielkość, sposób umieszczenia termometru, wg. którego nastawia się temperaturę suszarki. Kulka z rtęcią termometru winna być umieszczona na wysokości badanej próbki, a z tem wiąże się więc ściśle wybór półki w suszarce, na której umieszcza się badane próbki. Następnie należy ustalić normalną gęstość załadowania suszarki prochem, a co z tem idzie, wielkość próbek i ich ilość normalną. W dalszym ciągu b. duże znaczenie ma wybór wielkości, kształtu i rodzaju materjału, z którego jest zrobione naczynie dla próbki. Zupełnie inny wynik otrzymamy w naczyniu szklanem, inny w aluminjowem. W naczyńkach aluminjowych wysokich otrzymamy ciała lotne mniejsze, niż w płaskich. Wreszcie stopień rozdrobienia prochu również nie jest bez wpływu na oznaczenie; zależnie od tego, czy ten sam proch będzie pokrajany drobno, czy też będzie badany w dużych kawałkach, — znalezione ciała lotne będą większe lub mniejsze. W dalszym ciągu, nie bez wpływu na wyniki będzie rodzaj próbek, umieszczonych jednocześnie w suszarce. O ile próbki włożone jednocześnie do suszarki będą różniły się znacznie między sobą zawartością ciał lotnych, wówczas wyniki otrzymane dla próbek suchszych będą mniejsze, niż gdyby wszystkie próbki były wzięte z tego samego suchszego prochu.

Reguły suszenia będą tylko wówczas decydujące, o ile do badania jednoczesnego w tej samej suszarce będą wzięte próbki prochów, zawierające $^0/_0$ ciał lotnych nie vrzekraczający zbytnio przyjętych norm.

Z pomiędzy wymienionych czynników jedne większą, drugie mniejszą odgrywają rolę, ale żadnego z nich lekceważyć nie można, o ile chcemy mieć dane nadające się do porównania wzajemnego. Oczywiście jest dobrze zrozumiałą, że najważniejszym jest dobór temperatury i czasu suszenia; ciała lotne znalezione przez suszenie 4 godz. w 60 ^{0}C będą się znacznie różniły od tychże, znalezionych przez suszenie 6 godz. w 100 ^{0}C. Obydwie te metody nie dadzą nam absolutnego wyniku, niemniej jednak stosując stale

jedną z tych metod, przyzwyczajamy producentów do pewnych stałych wskazań.

Przy oznaczaniu ciał lotnych metodą suszarkową jest jeszcze jedna trudność, która w pewnych wypadkach praktycznych nie jest łatwa do pokonania tak, że znalezione wyniki należy postawić pod znakiem zapytania. Do oznaczenia ciał lotnych bierze się próbki wagi około 10 gr. Ta ilość winna przedstawiać średnią próbkę danej badanej jednostki produktu, której wielkość niejednokrotnie przekracza 10000 kg.

O ile proch jest drobnoziarnisty i posiada ziarna o wysokim stopniu symetrji, jak np. kwadraciki, kulki, krótkie walki, rurki, sześcianki i t. p., wówczas wzięcie próbki średniej jest zwykle łatwiejsze; natomiast gdy ziarna prochowe są duże i mają kształt np. dłuższych lub krótszych pasków czy rurek, wówczas wzięcie próbki jest już znacznie trudniejsze. Aby dobrze wziąć próbkę 10 gr., trzeba brać bardzo wiele pasków, krająć je na drobniejsze kawałki i z kawałków pokrajanych znów brać średnią próbkę. Pomijając kłopotliwość tych operacyj, należy wziąć jeszcze pod uwagę higroskopijność materjału, który łatwo w tych warunkach w czasie przygotowania próbki może zmienić swe ciała lotne i znalezione potem wyniki będą zupełnie fałszywe. Szczególne trudności występują zwłaszcza przy wykończaniu partji, gdy operujemy wielkiemi jednostkami produktu, gdy poddajemy proch ostatecznemu nawilżaniu lub podsuszaniu. W czasie tych operacyj partja prochu jest rozkładana warstwami, bądź w suszarkach, bądź w nawilżarniach, gdzie znajduje się w zetknięciu powierzchniowem z powietrzem suchem lub wilgotnem, zależnie od potrzeby. Stosując nawet perjodyczne mieszania i dobre krążenie powietrza nie możemy nigdy zagwarantować zupełnej równomierności przebiegu procesów nawilżania czy podsuszania. Ziarna prochu, leżące na powierzchni będą szybciej podlegały wpływom otaczającego powietrza, niż leżące w głębszych warstwach. Już sam przypadkowy sposób uwarstwienia i rozkład prądów powietrza może spowodować, że nawet ziarna leżące w tych samych głębokościach będą posiadały różny stopień wilgotności.

Wzięcie w tych warunkach dobrej średniej próbki jest prawie zupełnie niemożliwe. To też zdarzały się wszędzie wypadki, że kontrola laboratoryjna przebiegu nawilżania dawała wyniki sprzeczne, i sam proces opierać się musiał na rutynie i intuicji doświadczonych robotników. Gdy partja zostanie załadowana do skrzyń

hermetycznych i poleży w nich przez pewien czas, wówczas różnice wilgotności poszczególnych ziarn wyrównają się w całej masie i zagadnienie wzięcia próbki stanie się znów proste.

Znalezienie jakiejś praktycznej metody kontroli nawilżania i podsuszania, jak również wogóle szybszej metody oznaczania praktycznego t. zw. ciał lotnych w prochu, — było celem naszej pracy.

Już badania Beadle'a (Chem. news 70, 247. 1894 r.), a następnie Willa (Mitteil a. d. Zentralst f. wiss-techn. Unters. Neubabelsberg 4, 1904 r.) wykazały, że między higroskopijnością nitrocelulozy a stopniem jej nitracji istnieje dość ścisły związek. Will znalazł, że dla temperatur od 5 — 25 °C i nasycenia powietrza wilgocią od 90 — 100%, suma procentów azotu i wilgoci nitrocelulozy stanowi wielkość stałą, która wynosi średnio 14,6. Inne badania nad higroskopijnością prochów nitrocelulozowych, które podaje Brunswig (Rauchlose Pulver str. 307, 1926 r.) wykazują, że między stopniem nasycenia powietrza parą wodną, a wilgotnością prochu nitrocelulozowego istnieje ścisła zależność, jak to uwidacznia poniższa tablica:

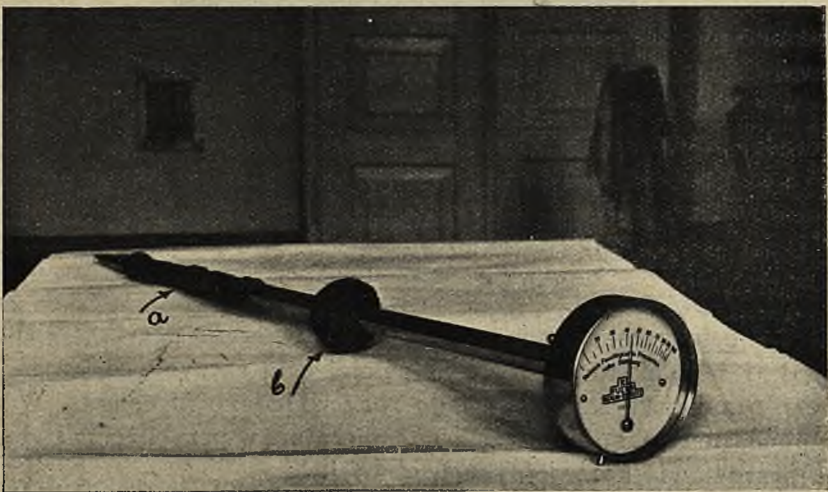
I. Wilgotność powietrza w % nasycenia:	55	63	66	75	80	83
II. Wilgotność prochu w % wagowych:	1,37	1,57	1,67	1,97	2,00	1,91
Stosunek wielkości I—II:	40	40	40	38	40	43

Im stosunek tych dwóch wilgotności będzie się wyrażał liczbą większą, tem proch będzie mniej higroskopijny. Dla każdego typu prochu stosunek obydwóch wilgotności jest wielkością charakterystyczną. Już pierwsza interpretacja liczb przedstawionych na powyższej tabliczce, jak również prawo Willa, nasuwa szereg wniosków natury praktycznej, między innemi odnośnie pomiarów wilgotności. Każdemu stężeniu pary wodnej w powietrzu będzie odpowiadał ściśle określony stopień nawilżenia prochu i odwrotnie: każdej wilgotności prochu będzie odpowiadała pewna ściśle oznaczona prężność pary nad nim.

Aby więc oznaczyć wilgotność prochu, wystarczałoby oznaczyć prężność pary wodnej nad nim, mając oczywiście uprzednio oznaczone krzywe zależności między temi wielkościami. Oznaczenie

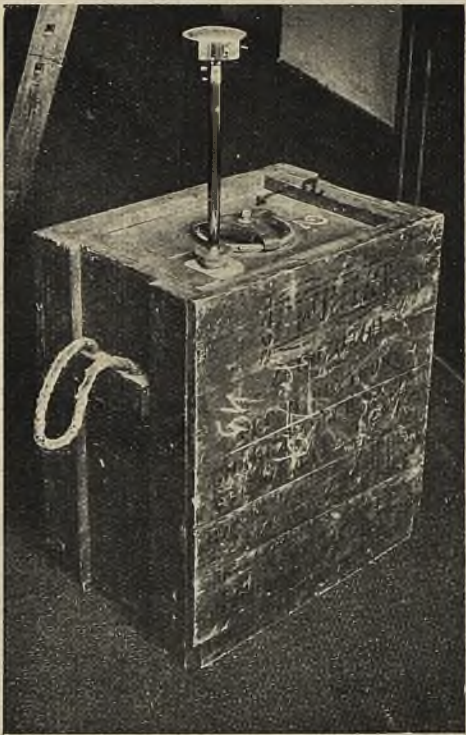
jednak bezpośrednie prężności pary przedstawia w praktyce szereg niedogodności, natomiast łatwiejszy jest pomiar innych funkcyj. Myślą przewodnią pierwszego autora niniejszej pracy było zastosowanie do tych pomiarów higrometru i opracowanie z jego pomocą wykresów, wyrażających zależność funkcjonalną między wilgotnością prochu, oznaczoną jedną z metod konwencjonalnych, a stopniem nasycenia powietrza parą wodną nad badanym prochem. Aby otrzymać wyniki zadawalające, należałoby jedynie brać większe ilości prochu do pomiaru i umieścić higrometr w naczyniu zamkniętem, możliwie pełnem prochu. O ile pomysł dałby wynik zadawalający, możnaby uniknąć wielkiej ilości analiz laboratoryjnych i przeprowadzać oznaczenia odrazu na produkcji w ciągu przypuszczalnie niedługiego czasu.

Do przeprowadzenia prób zastosowaliśmy włosowy „higrometr-kłójnik" Fuess'a, uwidoczniony na rys. 1. Dla regulacji tego higrometru sprawdzano go codziennie psychrometrem Lamprechta, składającym się z termometrów—suchego i wilgotnego, oraz wiatraczka z mechanizmem zegarowym. Mastępnym przyrządem, użytym do prób, była normalna hermetyczna skrzynia prochowa, mogąca pomieścić ponad 50 kg. prochu. Branie tak wielkich próbek na produkcji nie przedstawia żadnych trudności. Aby zabezpieczyć sto sunkowo delikatny higrometr od uszkodzeń, wewnątrz skrzyni prochowej umieszczono rurę miedzianą z drobniutkiemi otworami. Ru-



Rys. 1.

ra zabezpieczająca szła od górnej powierzchni skrzyni aż do samego jej dna. Dzięki tej rurce można śmiało i prędko włożyć higrometr do skrzyni pełnej prochu. Aby mieć zupełną pewność, że nawet najdrobniejsze ziarna prochu nie dostaną się do wnętrza higrometru, otoczono jego część dziurkowaną gęstą siatką miedzianą (a), jak to widać na rys. 1. Oprócz tego na kłójniku znajdował się korek (b), który szczelnie pasował do otworu rury w skrzyni. Całość urządzenia w czasie pomiaru przedstawia rys. 2.



Rys. 2.

W celu przeprowadzenia pomiaru otwierano przykrywę skrzyni (a) i zapełniano możliwie najpełniej całą skrzynię badanym prochem, przykrywę zamykano i do rury wkładano higrometr. W ciągu pomiaru starano się utrzymać temperaturę w przybliżeniu stałą, co nie przedstawia szczególnych trudności.

Pierwszem zagadnieniem było określenie niezbędnej ilości czasu do ustabilizowania się wskazówki higrometru. Poniższa tablicz-

ka wykazuje, jak zmieniały się wskazania higrometru w czasie, otrzymane w dwóch skrzyniach z tym samym prochem i tym samym higrometrem.

Wilgotność w % po upływie min.:	5′	10′	15′	20′	25′	30′	40′	50′
I skrzynia	44	35	32	29	28	27	26,5	26,5
II skrzynia	47	40	36	32	29	27	27	27

Jak widzimy z tego, już po upływie 30 minut ustala się wskazówka higrometru, czyli cały pomiar wraz z załadowaniem trwałby maximum 45 minut, gdy zwykłe suszarkowe ogrzewania wymagają minimum 5 do 7 godzin.

W dalszym ciągu przystąpiono do opracowania wykresów zależności między wskazaniami higrometru i t. zw. ciałami lotnemi prochu, oznaczonemi przyjętą dla danego prochu metodą konwencjonalną. Opracowano w ten sposób krzywe dla trzech gatunków prochów nitrocelulozowych działowych i jednego karabinowego. Prochy działowe różniły się między sobą zasadniczo tylko grubością, natomiat skład miały prawie identyczny. Proch karabinowy mauzerowski różnił się składem od poprzednich dość znacznie, a oprócz tego miał ziarno bez porównania drobniejsze.

Wreszcie dla jednych prochów stosowano do oznaczania t. zw. ciał lotnych metodę informacyjną przez oznaczenie straty na wadze przy suszeniu 4 godz. w 60° C., dla innych — metodę odbiorczą przez suszenie 6 godz. w 100° C.

Najpierw opracowano na podstawie 94-ch oznaczeń krzywą zależności dla prochu armatniego najgrubszego Nr. 3, przytem poszczególne punkty brano albo z różnych faz produkcji, suszenia, nawilżania, mieszania, pakowania, lub wreszcie z magazynu. Jak widzimy z załączonego wykresu na tablicy I, odchylenia skrajne od wielkości przeciętnych są stosunkowo niewielkie i wynoszą w procentach wigotności $\pm$ 5%, a w c. l. max. $\pm$ 8,08. W praktyce kontroli nawilżania czy suszenia odchylenia nie przekraczają połowy tych liczb.

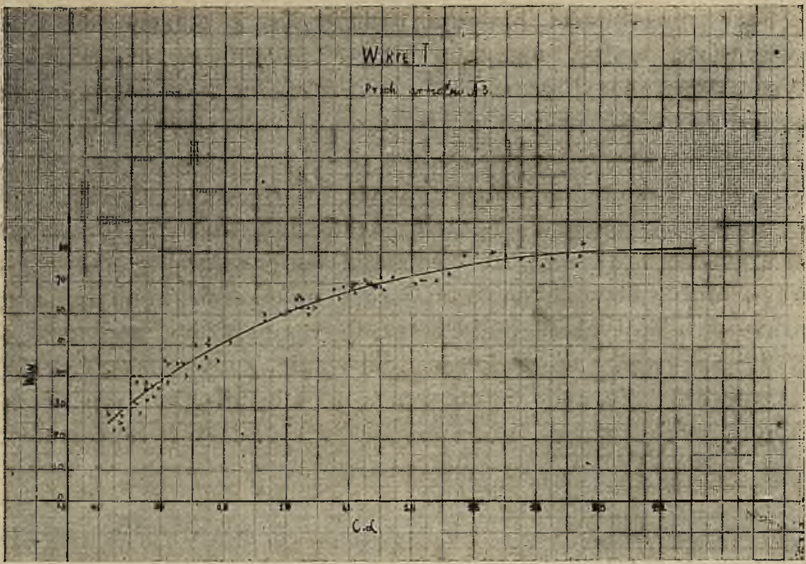
Dla sprawdzenia realnej wartości wyprowadzonej krzywej, przeprowadzono szereg pomiarów obydwiema metodami dla prochu armatniego Nr. 3 w czasie nawilżania. Jak widzimy z poniższej tablicy t. zw. ciała lotne znajdywane przez pomiar wilgotności względnej są zgodne z wynikami suszarkowemi.

Temperatura w bud.	Jednostka prochu Nr. 3	W jakim stadjum brano próbkę	Pomiar higrometrem			c.l. met. susz.	Różnica higr-susz.
			t⁰ prochu	wil. wzgl. pow. nad prochem	znal. z wykresu c.l.		
23⁰	grupa 1 serja 5—8	po 88 g. nawilż.	20⁰	70	1,38	1,41	—0,03
20⁰	" " " "	po 112 " "	20⁰	76	1,68	1,93	—0,25
22⁰	" " " "	" 137 " "	20⁰	83	2,30	1,95	—0,35
21⁰	" " " "	" 161 " "	20⁰	82	2,30	2,29	—0,01
23⁰	" 1 " 8—12	" 84 " "	20⁰	68	1,28	1,31	—0,03
20⁰	" " " "	" 108 " "	20⁰	73	1,51	1,52	—0,01
22⁰	" " " "	" 133 " "	20⁰	80	1,95	1,66	—0,29
21⁰	" " " "	" 157 " "	20⁰	79	1,90	1,70	—0,20
23⁰	" 3 " 12—16	" 59 " "	20⁰	70	1,38	1,27	—0,11
20⁰	" " " "	" 83 " "	20⁰	71	1.42	1,48	—0,06
22⁰	" " " "	" 108 " "	20⁰	79	1,90	1,57	—0,33
20⁰	" " " "	" 10 " "	20⁰	67	1,23	1,22	—0,01
22⁰	" 4 " 16—20	" 35 " "	20⁰	71	1,42	1,44	—0,02
21⁰	" " " "	" 59 " "	20⁰	71	1.42	1,43	—0,01
20⁰	Mieszanka gr. 1 — 4	w czasie miesz.	20⁰	78	1,82	1,75	—0,07
		obliczone teoret.			1,83	1,81	

Analogicznie przeprowadzono pomiary z prochami Nr. 2 i Nr. 1, a wyniki znalezione są zobrazowane na wykresach II do V. Dla prochu Nr. 2 opracowano wykres na podstawie 130 oznaczeń i podobnież sprawdzono go na szeregu próbek jak dla prochu Nr. 1, co uwidacznia poniższa tabliczka:

Jednostka prochu Nr. 2	Wynik oznaczenia higrometrem	Wynik oznaczenia w suszarce
grupa 54 z nawilżania .	1,25 — 1,28%	1,01 — 1,17
" 54 z dolnego naw.	1,33 — 1,35%	1,15 — 1,35
" 56 z nawilżania .	1,15 — 1,18%	0,89 — 0,98
" 56 z dolnego naw.	1,30 — 1,35%	1,07 — 1,24
" 57 z nawilżania .	0,98 — 0.98%	0,96 — 1,10
" 58 z nawilżania .	1,38 — 1,38%	1,23 — 1,48

Jak widzimy, wahania oznaczeń higrometrem nie przekraczają 0,05 cl., podczas gdy przy metodzie suszarkowej różnice dochodzą do 0.25% dla jednej i tej samej próbki. Oczywiście metoda suszarkowa jest bardzo dokładna, ale pobranie 10 gr. przeciętnej próbki przy znacznych różnicach nawilżenia w samym prochu przedstawia



Wykres 1.

ogromne trudności i dlatego oznaczenie higrometrem na próbce 50 kg., choć mniej dokładne w zasadzie, jest jednak pewniejsze.

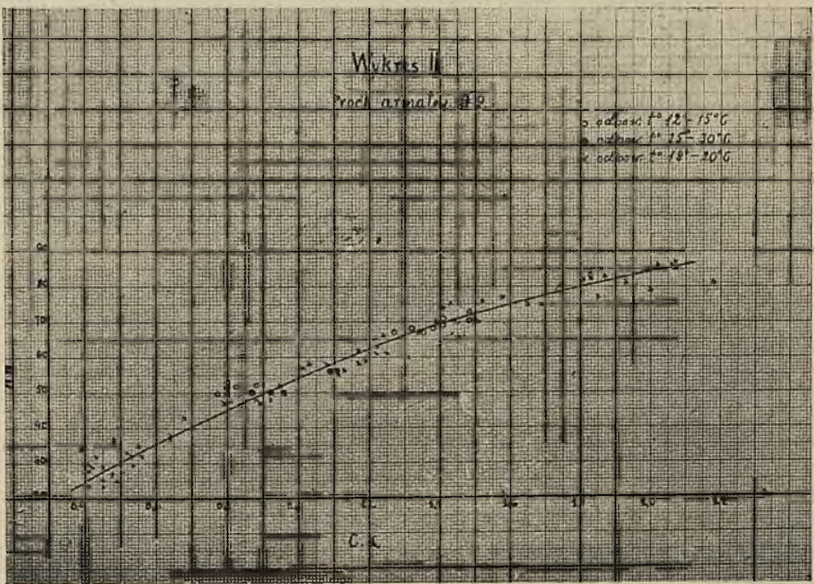
Dla sprawdzenia tych wniosków obserwowano zestawienie szeregu większych jednostek prochowych i okazało się, że zdarzają się wypadki częste w czasie nawilżania, że dwa oznaczenia c. lotnych metodą suszarkową tej samej próbki różnią się o 0,4%, albo też że w toku nawilżania c. lotne obniżają się.

Tablica 3 daje nam parę przykładów, wykazujących wyższość proponowanej metody nad suszarkową w wypadku kontroli przebiegu nawilżania prochu Nr. 2.

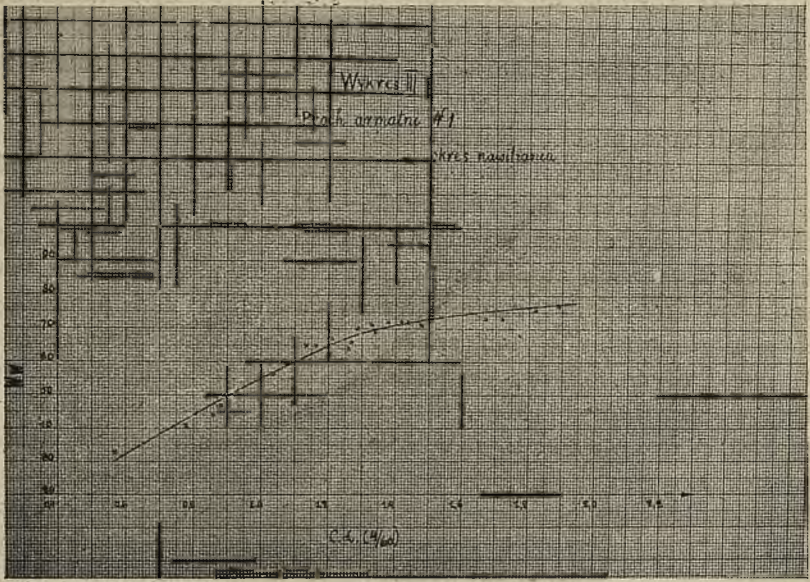
Tablica 3.

Jednostka prochu Nr. 2	W jakim stadjum brano próbkę	Pomiar higrometrem	Pomiar met. suszarkową
Grupa 60	po 38 godz. nawilżania .	—	1,16 %
„ „	po 50 „ „ .	1,28 %	1,04 %
Grupa 63	po 8 „ „ .	—	0,99 %
„ „	po 17 „ „ .	1,05 %	0,95 %
„ „	po 21 „ „ .	1,20 %	0,83 %
„ „	po 31 „ „ .	1,35 %	1,20 %
„ „	po 39 „ „ .	1,53 %	1,49 %

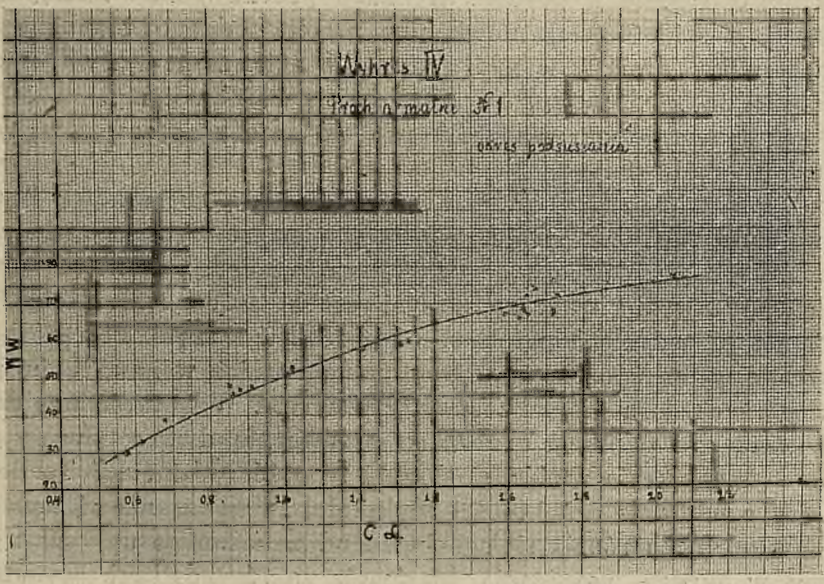
Przy sposobności badania prochu Nr. 2 starano się również określić, jaki wpływ ma temperatura prochu na oznaczenie ciał lotnych za pomocą higrometru. Na wykresie II mamy umieszczone oznaczenia, wykonane w temperaturze zwykle stosowanej t. j. 18—20°, jak również w temperaturach niższych i wyższych, od 10 do 30° C. Jak widzimy z wykresu, takie niewielkie odchylenia temperatur zmieniają bardzo niewiele wskazania higrometru. Niemniej jednak można zauważyć, że obniżenia temperatury prochu przy pomiarach higrometrycznych zmniejszają cokolwiek pochylenie krzywej do osi odciętych, a podwyższenie temperatury zwiększa stromość tej krzywej. W praktyce odchylenia spowodowane wahaniami temperatur nie mają istotnego znaczenia dla kontroli procesów fabrykacyjnych prochu. Natomiast już pierwsze higrometryczne pomiary inż. W. Wykowskiego wykazały pewne anormalności i sprzeczności w oznaczeniach ciał lotnych, zależnie od tego, czy proch podsusza się, czy też nawilża. Pomiary przeprowadzone z prochem Nr. 1 były wykonane, biorąc pod uwagę różnice wskazań higrometrycznych przy nawilżaniu i podsuszaniu. Wyniki tych pomiarów ujmują wykresy III i IV. Krzywa nawilżania jest bardziej wypukła niż krzywa podsuszania, chociaż na końcach łuków oby-



Wykres 2.



Wykres. 3.



Wykres 4.

dwie krzywe zbliżają się wyraźnie do siebie. W celu ponownego sprawdzenia tego zjawiska przeprowadzono kolejno stopniowe nawilżanie, a następnie podsuszanie dwóch identycznych próbek prochu Nr. 1 w ten sposób, aby powrócić wkońcu do początkowego stanu nawilżania prochu, t. j. do ciał lotnych ok. 0,30%.

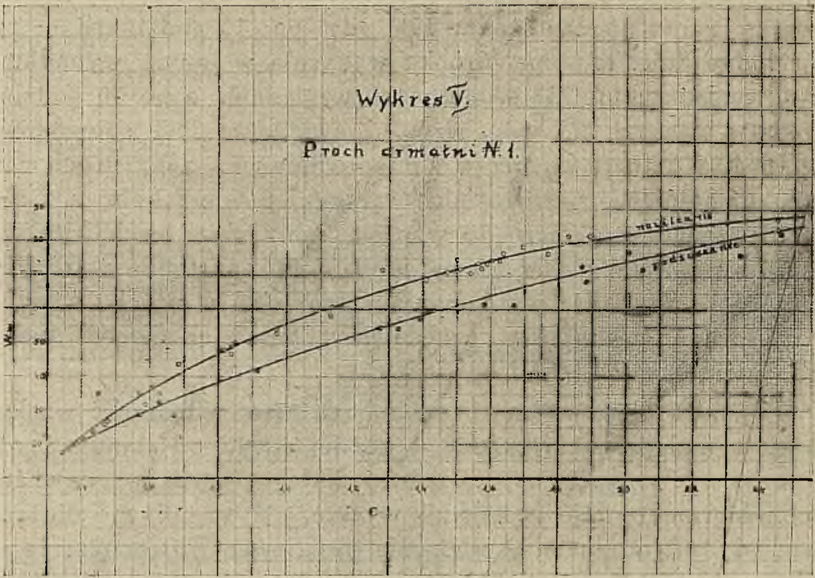
Proch o wilgotności ok. 0,30% nawilżano najpierw w budynku, w którym powietrze posiadało 50 — 70% nasycenia parą wodną. Proch rozkładano cienką warstwą na płótnie brezentowem i co pewien czas oznaczano stopień nawilżania metodą suszarkową, oraz mierzono w skrzyni nasycenie wilgocią powietrza nad prochem za pomocą higrometru. W ten sposób doprowadzono proch do ok. 1,40% ciał lotnych. Przez sztuczne podniesienie wilgotności powietrza w budynku do 80%, doprowadzono nawilżenie prochu do 1,50% ciał lotnych. Dalsze nawilżanie przeprowadzano w wielkiej hermetycznej skrzyni żelaznej, na dno której nalano ciepłej wody. Obydwie badane próbki prochu, zawarte w koszach z siatki mosiężnej, umieszczono nad wodą w powyżej wzmiankowanej skrzyni. W ten sposób doprowadzono ciała lotne w prochu do ok. 1,80%. Aby jeszcze dalej przekroczyć tę granicę nawilżania, wpuszczono do skrzyni parę wodną. W celu zabezpieczenia prochu przed osiadaniem na nim kropelek rosy, okrywano go płótnem. Stosując tę metodę, osiągnięto w obydwu próbkach prochu ponad 2,50% ciał lotnych. Następnie tak nawilżony proch poddano stopniowemu podsuszaniu; najpierw w budynku na powietrzu, którego wilgotność wynosiła od 40 do 60%, a wreszcie w suszarni w temp. ok. 30° C, aż do ponownego sprowadzenia próbek prochu do zawartości ok. 0,30% ciał lotnych.

Próbki do oznaczania ciał lotnych metodą suszarkową brano dopiero po dłuższem staniu prochu w pomiarowej skrzyni hermetycznej, w której oznaczano wilgotność względną powietrza nad prochem. Zwykle brano ze skrzyni próbki do oznaczania ciał lotnych po 16 godzinach przebywania prochu w skrzyni. Postępowano umyślnie w ten sposób, aby ewentualne różnice w nawilżaniu poszczególnych ziarn prochu zostały wyrównane. Wilgotność względną powietrza nad prochem oznaczano przeważnie dwukrotnie: po godzinie przebywania próbki w skrzyni i po 16 godzinach. To dwukrotne oznaczanie wilgotności wykazało, że wskazania higrometru po 16 godzinach różnią się cokolwiek od wskazań po upływie 1 godziny, w okresie nawilżania higrometr po 16 godzinach wykazuje wilgotność o 1—2% mniejszą, a w okresie podsuszania 1—2% więk-

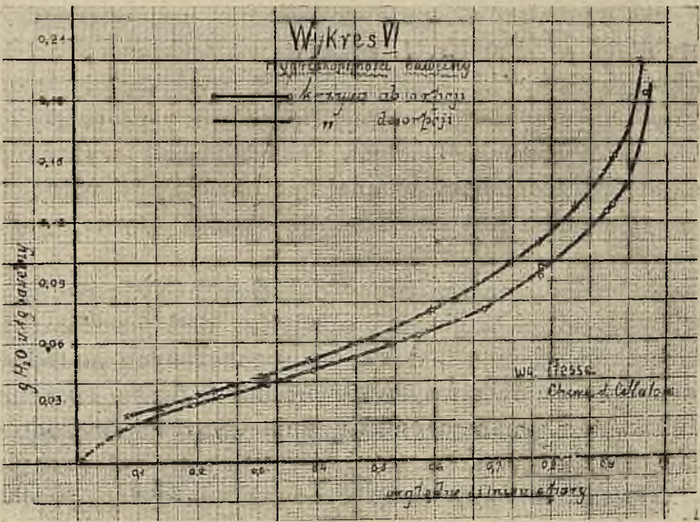
szą; np. wilgotność względna powietrza nad próbką prochu Nr. 1 wynosiła zaraz po nawilżeniu 49%, gdy po 16 godzinach — tylko 47%, i odwrotnie: ta sama próbka wykazała w innym wypadku zaraz po podsuszeniu 75% wilgotności względnej, a po 16 godzinach higrometr wskazał 77% wilg. wzgl. Zjawisko to jest spowodowane powolnością dyfuzji wilgoci w żelu prochowym. Gdy proch nawilżamy, to najpierw nawilża się warstwa powierzchniowa, i z niej wilgoć przechodzi dopiero do warstw głębszych, i trzeba dłuższego czasu, aby w całej masie ziarna prochowego nastąpiło wyrównanie wilgotności. Szybkość wyrównania wilgotności w prochu zależy od bardzo wielu czynników, przedewszystkiem jednak od grubości ziarna, porowatości żelu i temperatury.

Prężność pary wodnej i wynikająca stąd wilgotność względna powietrza nad prochem zależy w każdej chwili od stanu wilgotności warstwy żewnętrznej prochu i dlatego zaraz po nawilżeniu prochu higrometr daje wskazania wyższe, niż po upływie dłuższego czasu, gdy wilgoć zostanie w ziarnie prochowem równomiernie rozdzielona; odwrotnie przy podsuszaniu, gdyż wówczas powierzchnia ziarna jest suchsza niż jądro, i dlatego najpierw higrometr daje wskazania niższe, niż po zupełnem wyrównaniu się wilgoci w ziarnie. Wskazania higrometru będą więc też zależne od szybkości nawilżania, czy podsuszania. Będą one najbliższe rzeczywistości, gdy operacje nawilżania i podsuszania będą prowadzone możliwie powoli. Wyniki pomiarów, przeprowadzone na wzmiankowanych dwóch próbkach prochu Nr. 1, przedstawia wykres V. Występujące tu zjawisko swoistej histerezy było już wielokrotnie zauważone i cytowane. Dla przykładu podamy opracowany przez A. R. Urguhart'a i A. M. Williams'a (T. Inst. 41, 130, 1924) wykres VI wykazujący, że prężności pary wodnej nad bawełną są różne, zależnie od tego, czy bawełna jest nawilżana (absorcja), czy też podsuszana (desorbcja).

W zakończeniu naszej pracy opracowaliśmy również krzywą zależności wilgotności względnej powietrza nad prochem karabinowym mauzerskim od jego ciał lotnych, oznaczanych metodą suszarkową przez oznaczenie straty wagi próbki w czasie suszenia 6 godzin w 100° C. Otrzymane wyniki ujmuje wykres VII. Podobnie jak dla prochu armatniego, tak i tutaj badaliśmy wpływ odchyleń temperatury na wskazania higrometryczne. Stwierdzono ponownie, że odchyłenia od normalnej temperatury pomiarów o $\pm 5^0$ C nie wywołują praktycznie żadnych różnic istotnych we wskazaniach.



Wykres 5.



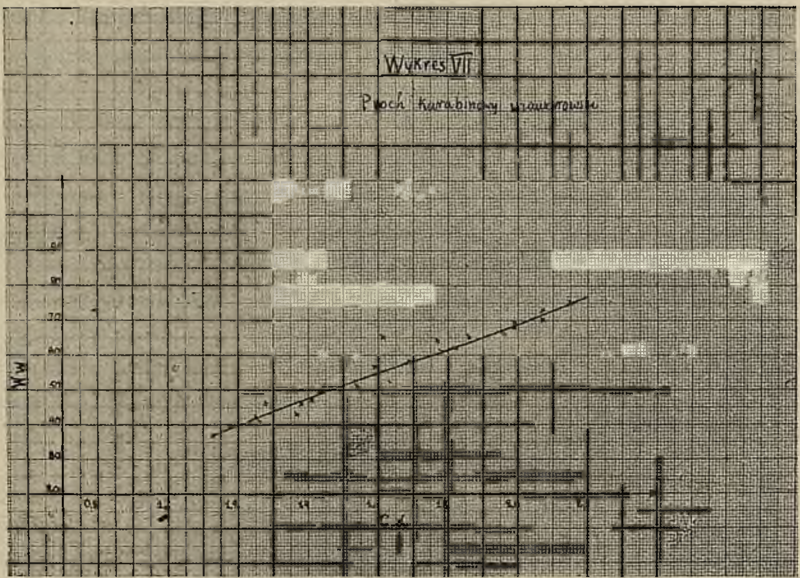
Wykres 6.

Dotychczas otrzymane krzywe zależności wskazań higrometru i ciał lotnych prochu miały kształt mniej lub więcej wypukły, gdy tymczasem dla drobnoziarnistego prochu karabinowego otrzymaliśmy linję prostą. Jest to zupełnie zrozumiałe; proch karabinowy jest cienki i drobnoziarnisty, dyfuzja wilgoci w ziarnie jest szybka, i dlatego wzrost prężności pary, a więc i wilgotność względna powietrza nad prochem jest wprost proporcjonalna do jego ciał lotnych.

Streszczając uzyskane wyniki, należy stwierdzić, że metoda higrometryczna w większości wypadków zupełnie dobrze nadaje się do zastosowania dla kontroli przebiegu wykończenia prochów nitrocelulozowych, szczególnie zaś do doprowadzenia ich do określonego stopnia wilgotności, czyli t. zw. ciał lotnych. Aby jednak móc ją zastosować, należy uprzednio opracować dla każdego gatunku prochu krzywe nawilżania i podsuszania, odpowiadające systemowi i metodzie pracy w danej wytwórni.

Wykonanie tych robót przygotowawczych nie jest rzeczą trudną, ale wymaga stosunkowo dużo czasu; opłaci się jednak bardzo następnie, gdyż:

1) zredukuje przynajmniej o 50% ilość tak żmudnych i licznych oznaczeń ciał lotnych;



Wykres 7.

2) skróci czas oznaczania z 7 godzin do 1 godziny, co usprawni końcowe fazy fabrykacji prochu;
3) obniży koszt wykonania oznaczenia ciał lotnych, gdyż oznaczenie higrometryczne może być podobnie, jak oznaczenie temperatury, wykonane przez robotnika bezpośrednio na produkcji. Unika się transportu próbek w słoiku, parafinowania słoika, zużycia prądu do suszarek, ważenia na wadze analitycznej i wyższej stawki płatniczej laboranta;
4) pewność metody higrometrycznej jest w bardzo wielu wypadkach większa od metody suszarkowej.

Oczywiście metodę higrometryczną można uważać jedynie za pomocniczą, ostateczne oznaczenia muszą być dokonane metodą suszarkową. Przez zastosowanie ulepszonych higrometrów czy psychrometrów można zwiększyć jeszcze bardziej dokładność metody, gdyby to okazało się potrzebne.

Ppłk. w st. spocz. SANOCKI JAN.

PRZYCZYNEK DO ROZWIĄZANIA ZAGADNIEŃ BALISTYKI WEWNĘTRZNEJ DLA PROCHU BEZDYMNEGO NITROCELULOZOWEGO.

Balistyka wewnętrzna ma za zadanie zbadanie działania prochu i warunków ruchu pocisku w lufie działa, a w związku z tem określenie przy strzale rozkładu ciśnień gazów prochowych wzdłuż przewodu lufy, oraz przebiegu szybkości pocisku, w miarę jego przesuwania się w lufie.

Rozwiązaniem swoistem niektórych zagadnień balistyki wewnętrznej zajął się niegdyś ros. gen. Drozdow; odnośny artykuł tego autora, który był umieszczony w dziale nieoficjalnym w czasop. „Artilerijskij Żurnał" podaję poniżej w tłumaczeniu.*)

Rozpatrując ziarna prochu bezdymnego, jako graniastosłupy oznaczmy przez $2\varepsilon_1$ — grubość ziarna, $2\eta_1$ — jego szerokość i $2 l_1$ — długość. Przypuśćmy, że za przeciąg czasu t, spalania się prochu w przewodzie lufy, wymiary ziarna zmniejszyły się we wszystkich kierunkach na wielkość ε. W wypadku, gdy ziarno prochu spala się warstwami równoległemi, początkowa jego objętość Q_1 równa $8\varepsilon_1\eta_1 l_1$ stanie się wówczas równą

$$Q = 8(\varepsilon_1 - \varepsilon)(\eta_1 - \varepsilon)(l_1 - \varepsilon) = 8\varepsilon_1\eta_1 l_1 +$$
$$+ 8[-(\varepsilon_1\eta_1 + \varepsilon_1 l_1 + \eta_1 l_1)\varepsilon + (\varepsilon_1 + \eta_1 + l_1)\varepsilon^2 - \varepsilon^3]$$

*) Porównaj „Balistyka wewnętrzna", M. Windakiewicz, Bibl. Prz. Artyl. Nr. 3 i 3a.

Za przeciąg tedy czasu t spali się następująca część ziarna:

$$\frac{Q_1 - Q}{Q_1} = \frac{\varepsilon_1\eta_1 + \varepsilon_1 i_1 + \eta_1 i_1}{\varepsilon_1\eta_1 i_1}\,\varepsilon - \frac{\varepsilon_1 + \eta_1 + i_1}{\varepsilon_1\eta_1 i_1}\,\varepsilon^2 + \frac{1}{\varepsilon_1\eta_1 i_1}\,\varepsilon^3$$

podstawiamy

$$\eta_1 = k\varepsilon_1\,,\quad i_1 = n\varepsilon_1\,,$$

wtedy możemy napisać.

$$\frac{Q_1 - Q}{Q_1} = \frac{k + n\,(1 + k)}{kn}\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}\right) - \frac{1 + k + n}{kn}\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}\right)^2 + \frac{1}{kn}\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}\right)^3$$

Oznaczmy:

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} = z\,;\quad \frac{k + n\,(1 + k)}{kn} = a\,;\quad - \frac{1 + k + n}{k + n\,(1 + k)} = b\,;\quad \frac{1}{k + n\,(1 + k)} = c$$

Wtedy:

$$\frac{Q_1 - Q}{Q_1} = az\,(1 + bz + cz^2) = \psi\,(z)$$

Jeżeli ziarna ładunku są jednakowych wymiarów oraz jednej i tej samej gęstości, to $\psi\,(z)$ przedstawi spaloną część całego ładunku, tak pod względem objętości, jak i pod względem ciężaru.

Oznaczmy: ω — część ładunku, δ — gęstość prochu, l_0 — sprowadzona długość komory ładunkowej, s — wielkość poprzecznego przekroju przewodu lufy (licząc i gwinty), l — droga, którą przebył pocisk ku końcowi przeciągu czasu t, P — ciśnienie gazów prochowych, f — siła prochu, α — kowolumen. Będziemy liczyli ω — w kg, P — w kg/dm^2, l_0 i l — w dm, s — w dm^2. Dopóki proch pali się w lufie działa, można zastosować do gazów prochowych równanie:

$$P = \frac{f\omega'}{W - \alpha\omega'}$$

Tu oznacza:

$$\omega' = \omega\,.\,\psi\,(z),\quad W = (l_0 - \frac{\omega}{\delta\, s} + l)\; s + \frac{\omega\psi\,(z)}{\delta}$$

A zatem:

$$P = \frac{f\,\omega\,\delta_1\,\psi\,(z)}{(l_0' + l)\,s\,\delta_1 + \omega\,\psi\,(z)} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

gdzie l_0' — sprowadzona długość wolnej przestrzeni w komorze ładunkowej, czyli:

$$l_0' = l_0 - \frac{\omega}{\delta s}$$

i

$$\delta_1 = \frac{\delta}{1 - \alpha \delta}$$

Równanie (1) wyraża ciśnienie gazów prochowych w przewodzie lufy po przejściu przez pocisk drogi l, dopóki się proch, a więc dla wartości z od 0 do 1. Gdy proch się spali ($z = 1$), ciśnienia będą zależały od zmiany objętości stałej wagowo ilości gazów.

Oznaczmy przez m — masę pocisku i v — jego szybkość w dm/sek. Równaniem ruchu pocisku w przewodzie lufy będzie:

$$m \frac{d^2 l}{d t^2} = P s \text{ lub } m \frac{d v}{d t} = P s \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Dla szybkości palenia się prochu w przewodzie lufy przyjmiemy wzór:

$$w = \Theta P$$

Jeżeli szybkość palenia się prochu nie jest proporcjonalna do pierwszego stopnia ciśnienia, to pod Θ będziemy rozumieli średnie znaczenie tego spółczynnika dla różnych miejsc przewodu lufy.

Ponieważ

$$w = \frac{d \varepsilon}{d t} \text{ i } z = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_1},$$

to

$$\varepsilon_1 \frac{dz}{dt} = \Theta P$$

Podstawiając tu P z równania (2) otrzymamy

$$\Theta \frac{m}{s} \frac{dv}{dt} = \varepsilon_1 \frac{dz}{dt}$$

Skąd otrzymujemy

$$v = \frac{\varepsilon_1 s}{\Theta m} z \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Wzór ten daje

$$v\frac{dv}{dl}=\left(\frac{\varepsilon_1 s}{\Theta m}\right)^2 z\frac{dz}{dl}=\frac{dv}{dt}$$

Podstawiając to w równanie (2) otrzymamy:

$$\left(\frac{\varepsilon_1 s}{\Theta m}\right)^2 z\frac{dz}{dl}=\frac{s}{m}\frac{f\omega\delta_1\psi(z)}{(l_0'+l)s\delta_1+\omega\psi(z)}$$

Skąd, przyjmując $(l_0'+l)=y$ i oznaczając

$$\left(\frac{\varepsilon_1}{\Theta}\right)^2\frac{1}{f}\frac{s^2}{\omega m}=B \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$

otrzymamy

$$\frac{dy}{dz}-B\frac{z}{\psi(z)}y=B\frac{\omega}{s\delta_1}z \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

a całkując to równanie różniczkowe otrzymamy

$$y=e^{B\int\frac{z\,dz}{\psi(z)}}\left[C+B\frac{\omega}{s\delta_1}\int z\,e^{-B\int\frac{z\,dz}{\psi(z)}}dz\right] \quad . \; . \; . \quad (6)$$

dla omawianego prochu bezdymnego w wyrażeniu dla $\psi(z)$ możemy przyjąć $c=0$, wobec czego

$$\psi(z)=\alpha z(1+bz)$$

W tym wypadku po wykonaniu całkowania otrzymamy

$$y=(1+bz)^{\frac{B}{ab}}\left[C+B\frac{\omega}{s\delta_1}\left\{\frac{z(1+bz)^{1-\frac{B}{ab}}}{b\left(1-\frac{B}{ab}\right)}-\frac{(1+bz)^{2-\frac{B}{ab}}}{b^2\left(1-\frac{B}{ab}\right)\left(2-\frac{B}{ab}\right)}\right\}\right]$$

Stałą C określimy z warunku, że dla $l=0$, $y=l_0'$ i $z=0$ to daje

$$C=l_0'+B\frac{\omega}{s\delta_1}\cdot\frac{1}{b^2\left(1-\frac{B}{ab}\right)\left(2-\frac{B}{ab}\right)}$$

a więc

$$l_0' + l = (1 + b z)^{\frac{B}{a b}} \left[l_0' + B \frac{\omega}{s \delta_4} \cdot \frac{1}{b^2 \left(1 - \frac{B}{a b}\right)\left(2 - \frac{B}{a b}\right)} + \right.$$

$$\left. + B \frac{\omega}{s \delta_1} \left| \frac{z (1 + b z)^{1 - \frac{B}{a b}}}{b \left(1 - \frac{B}{a b}\right)} - \frac{(1 + b z)^{2 - \frac{B}{a b}}}{b^2 \left(1 - \frac{B}{a b}\right)\left(2 - \frac{B}{a b}\right)} \right] \quad . \quad . \quad (7)$$

To wyrażenie określa, dla danej drogi pocisku, spaloną część prochu.

Dla prochu wstęgowego można przyjąć

$$a = \frac{k + 1}{k}, \quad b = - \frac{1}{k + 1}$$

Przy tem równanie (7) napisze się w postaci:

$$l_0' + l = \left(1 - \frac{z}{k + 1}\right)^{- B k} \left[l_0' + B \frac{\omega}{s \delta_1} \frac{(k + 1)^2}{(B k + 1)(B k + 2)} \right] -$$

$$- B \frac{\omega}{s \beta_1} \cdot \frac{k + 1}{B k + 1} \left[z + \frac{k + 1 - z}{B k + 2} \right] \left(1 - \frac{z}{k + 1}\right) \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Dla końca palenia się prochu, $z = 1$, niech l_1 będzie drogą, którą przebył pocisk do tej chwili. Dla $z = 1$ równanie (8) zmienia się następująco:

$$l_0' + l = \left(1 + \frac{1}{k}\right)^{B k} \left[l_0' + B \frac{\omega}{s \delta_1} \cdot \frac{(k + 1)^2}{(B k + 1)(B k + 2)} \right] -$$

$$- B \frac{\omega}{s \delta_1} \cdot \frac{k}{B k + 1} \left[1 + \frac{k}{B k + 2} \right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Ciśnienie P_1, odpowiadające tej drodze pocisku i szybkość jego v_1 w tej chwili, określa się za pomocą wzorów (1) i (3):

$$P_1 = \frac{t\,\omega\,\delta_1}{(l_0' + l_1)\,s\,\delta_1 + \omega}, \quad v_1 = \frac{\varepsilon_1\, s}{\Theta\, m} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10)$$

Określenie ciśnienia gazów i szybkości pocisku w przewodzie lufy po spaleniu się ładunku.

Gdy skończy się spalanie prochu, to przyjąwszy rozprężanie się adiabatyczne będziemy mieli:

$$\frac{P}{P_1} = \left[\frac{(l_0 + l_1)\; s - \alpha\,\omega}{(l_0 + l)\; s - \alpha\,\omega}\right]^{1+\beta}, \; l > l_1; \quad \text{gdzie } (1+\beta) = c_p/c_v$$

oznaczając:

$$l_0 - \frac{\alpha\,\omega}{s} = l_1'$$

otrzymamy

$$P = P_1 \left[\frac{l_1' + l_1}{l_1' + l}\right]^{1+\beta} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

Ciśnienie u wylotu lufy wyniesie:

$$P_w = P_1 \left[\frac{l_1' + l_1}{l_1' + L}\right]^{1+\beta}$$

gdzie L — długość całej drogi pocisku aż do wylotu lufy. Szybkości pocisku na drodze od l_1 do L otrzymamy z równania pracy:

$$\frac{m\,v^2}{2} - \frac{m\,v_1^{\,2}}{2} = \int_{l_1}^{l} P\,s\,d\,l, \; l > l_1$$

Wstawiając tutaj znaczenie P ze wzoru (11) i biorąc pod uwagę, że wyraz dla P_1 można przedstawić w innej postaci:

$$P_1 = \frac{f\omega}{(l_1' + l_1)\, s}$$

mamy

$$\frac{m v^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = f\omega\, (l_1' + l_1)^\beta \int_{l_1}^{l} \frac{d l}{(l_1' + l)^{1+\beta}}$$

Całkując otrzymamy przy $\beta > 0$

$$\frac{m v^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = \frac{f\omega}{\beta}\left[1 - \left(\frac{l_1' + l_1}{l_1' + l}\right)^\beta\right]$$

Według (10) i (4) mamy

$$v_1^2 = \frac{f\omega}{m} B$$

Wobec czego

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{f\omega}{\beta}\left| 1 - \left(\frac{l_1' - l_1}{l_1' + l}\right)^\beta\right| + f\omega\frac{B}{2} \quad . \; . \; . \; . \quad (12)$$

Szybkość wylotowa V określi się z wzoru:

$$\frac{m V^2}{2} = \frac{f\omega}{\beta}\left[1 - \left(\frac{l_1' + l_1}{l_1' + L}\right)^\beta\right] + f\omega\frac{B}{2} \quad . \; . \; . \; . \quad (13)$$

Jeżeli przyjąć $\beta = 0$, to otrzymamy

$$\frac{m v^2}{2} = f\omega\, l g \left(\frac{l_1' + l}{l_1' + l_1}\right) + f\omega\frac{B}{2} \quad . \; . \; . \; . \quad (12)'$$

$$\frac{m V^2}{2} = f\omega\, l g \left(\frac{l_1' + L}{l_1' + l_1}\right) + f\omega\frac{B}{2} \quad . \; . \; . \; . \quad (13)'$$

Największe ciśnienie na dno pocisku.

Weźmy pochodną od wyrazu (1) dla P względem z i przyrównajmy ją do zera, to otrzymamy

$$\psi'(z_m)\ (l_0'+l_m)-\psi(z_m)\ (l_z')_{z=zm}=0\ .\ \ .\ \ .\ \ (14)$$

gdzie przez z_m i l_m oznaczone są wielkości z i l odpowiadające miejscu największego ciśnienia. Ponieważ według równania (5)

$$l_z'=B\frac{(l_0'+l)\,z}{\psi(z)}+B\frac{\omega}{s\,\delta_1}z$$

to podług równania (14) otrzymujemy

$$(l_0'+l_m)\,s\,\delta_1\ [\psi'(z_m)-B\,z_m]=B\,\omega\,z_m\,\psi(z_m)$$

wprowadzając do ostatniego równania znaczenia $\psi(z_m)$ i $\psi'(z)$ otrzymujemy

$$l_0'+l_m=\frac{B\,\omega\,z_m^2\,(1+b\,z_m)}{s\,\delta_1\,[1+(2b-\frac{B}{a})\,z_m]}$$

lub

$$l_v'+l_m=\frac{B\,\omega\,z_m^2\,(k+1-z_m)}{s\,\delta_1\,[k+1-(B\,k+2)\,z_m]}\ \ .\ \ .\ \ .\ \ .\ \ (15)$$

Zamieniając $l_0'+l_m$ wartością, którą daje wzór (8).

przy $z=z_m$ i podstawiając

$$l_0'+B\frac{\omega}{s\,\delta_1}\ \frac{(k+1)^2}{(B\,k+1)\,(B\,k+2)}=A\,,$$

otrzymujemy

$$\left.\begin{aligned}&A\left(1-\frac{z_m}{k+1}\right)^{-Bk}-B\frac{\omega}{s\,\delta_1}\cdot\frac{k+1}{B\,k+1}\,\cdot\\&\cdot\left(z_m+\frac{k+1-z_m}{B\,k+2}\right)\left(1-\frac{z_m}{k+1}\right)-\\&-\frac{B\,\omega\,z_m^2\,(k+1-z_m)}{s\,\delta_1\,[k+1-(B\,k+2)\,z_m]}=0.\end{aligned}\right|\qquad(16)$$

Jest to równanie dla określenia z_m. Znając z_m, określimy l_m z równania (15) i największe ciśnienie P_m z równania (1). Równanie (16) można przedstawić w postaci

$$k+1-(Bk+2)\,z_m+h=0$$

gdzie h — jest wielkością nieznaczną, wobec tego przybliżone znaczenie z_m znajdziemy na podstawie równania

$$k+1-(Bk+2)\,z_m=0$$

będzie ono:

$$z_m=\frac{k+1}{Bk+2}$$

Jeżeli największe ciśnienie P_m jest dane, to z_m i l_m określają się sposobem następującym.

Na podstawie wyrazu (1) otrzymujemy

$$l_0'+l_m=\frac{\omega}{s\,\delta_1}\left[\frac{f\,\delta_1}{P_m}-1\right]\psi(z_m) \quad . \; . \; . \quad (17)$$

wprowadzając to znaczenie $(l_0'+l_m)$ w równanie (14), otrzymamy

$$\left(\frac{f\,\delta_1}{P_m}-1\right)\psi'(z_m)-B\,\frac{f\,\delta_1}{P_m}\,z_m=0.$$

Skąd, zamieniając $\psi'(z_m)$ jej znaczeniem, określimy

$$z_m=\frac{a\left(\frac{f\,\delta_1}{P_m}-1\right)}{B\,\frac{f\,\delta_1}{P_m}-2\,a\,b\left(\frac{f\,\delta_1}{P_m}-1\right)},$$

lub

$$z_m=\frac{(k+1)\left(\frac{f\,\delta_1}{P_m}-1\right)}{kB\,\frac{f\,\delta_1}{P_m}+2\left(\frac{f\,\delta_1}{P_m}-1\right)} \quad . \; . \; . \; . \quad (18)$$

l_m obliczamy z równania (17).

Określenie wielkości B.

Ze wzorów (13) i (13') dla początkowej szybkości otrzymujemy

$$\text{przy } \beta > 0 \quad \frac{l_1' + l_1}{l_1' + L} = \left[1 + \frac{\beta B}{2} - \frac{\beta_m V^2}{2 f \omega}\right]^{\frac{1}{\beta}} \quad \ldots \quad (19)$$

$$\text{przy } \beta = 0 \quad \frac{l_1' + l_1}{l_1' + L} = \frac{e^{\frac{B}{2}}}{e^{\frac{m V^2}{2 f \omega}}} = e^{\frac{B}{2} - \frac{m V^2}{2 f \omega}} \quad \ldots \quad (19')$$

Biorąc tu znaczenie l_1 ze wzoru (9), będziemy mieli równania, na podstawie których można określić B, przyjmując za wielkości wiadome f, α i V. [Dla prochu nitrocelulozowego gen. Brynk podaje znaczenie β równe 0,2; niektórzy autorzy przyjmują β równe 0,1 inni zaś nawet równe 0]. Znając B, znajdziemy na podstawie poprzednio podanych wzorów ciśnienia gazów i szybkości pocisku w dowolnem miejscu przewodu lufy.

WIADOMOŚCI RÓŻNE.

355. 736.

Kpt. mar. inż. LASKOWSKI HELJODOR.

SKŁADY AMUNICYJNE MARYNARKI STANÓW ZJEDNOCZONYCH AMERYKI PÓŁNOCNEJ W HAWTHORNE.

Marynarka wojenna Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej zakończyła budowę wielkich składów amunicyjnych w pobliżu Hawthorne, położonego w zachodniej części Stanu Nevada w odległości 350 klm. w prostej linji od San Francisco. Teren składów zajmuje 46.620 hektarów i leży między miastami Reno i Goldfield na wysokości 1.370 m. nad poziomem morza. Okolica jest słabo zaludniona. Osiedli w pobliżu niema. Z zachodu graniczy z wysokiemi górami Sierra-Nevada, z północo-wschodu z Walker Lake. Zachodnie pasma górskie są niewyczerpanym dostawcą wody. Na terenie składów znajduje się zbiornik zdolny pomieścić 45.430 $m.^3$ wody.

Realizacja projektu budowy składów w Hawthorne pociągnęła za sobą budowę 145 stałych budynków, wliczając w to składy dla materjałów wybuchowych, pracownie min i głów torpedowych, pralnię, budynki centralnego ogrzewania, budynki na biura i mieszkania, szpital, szkołę, teatr, koszary straży ogniowej, warsztaty reperacyjne, dwie chłodnie sztuczne i t. d. Pomieszczenia mieszkalne dla personelu morskiego i cywilnego znajdują się w pewnem od nich oddaleniu. Przy tych pomieszczeniach są place sportowe, lokale rozrywkowe, miejsca wypoczynkowe, kasyna i t. d.

Wykonano 13 klm. drogi żelaznej, 38 klm. dróg bitych, 24 klm. ogrodzenia. Wybrukowano 29.260 m^2., przełożono 16 klm. rurociągów kanalizacyjnych, ogrzewalnych i kabli podziemnych; teren zelektryfikowano.

Schrony i składy są rozmieszczone grupami po 7. Część z nich jest podziemna. Dzięki odpowiedniemu oddaleniu wzajemnemu schronów i składów, przy wybuchu jakiegoś składu reszta jest w zupełnem bezpieczeństwie.

Całość przedstawia jedno z największych i najlepiej zorganizowanych urządzeń tego rodzaju na świecie.

Pomysł budowy składów jest stosunkowo niedawny. Marynarka amerykańska posiadała pod koniec wojny światowej olbrzymie zapasy amunicji, przeznaczone dla zaopatrywania floty i frontu. Miny, głowy torpedowe, amunicja działowa, granaty podwodne i t. d. były czasowo zdeponowane w składach, jakie wtedy istniały. Zdawano sobie dokładnie sprawę z niebezpieczeństwa, jakie wynikało z takiego nagromadzenia materjałów wybuchowych w niewielkiem i nieodpowiednio przygotowanem miejscu, lecz konieczność stworzenia nowoczesnych składów na dużą skalę, dobrze zorganizowanych ze stanowiska bezpieczeństwa, wynikła dopiero po wybuchu składów marynarki w Lake Denmark w Nev-Jersey w lipcu 1926 r. Wyznaczono specjalną komisję, złożoną z oficerów marynarki dla przestudjowania sprawy i wyszukania terenu.

Komisja ustaliła konieczność stworzenia składów amunicyjnych dla sił morskich oceanu Spokojnego i odpowiednio połączonych drogą żelazną z rejonem Los Angeles, San-Diego, z zatoką San-Francisco, okolicą Columbia River i Puget-Sound. Eksperci marynarki wojennej przeszukali tereny i zbadali na miejscu szereg miejscowości w Kaliforni, Utah i Nevadzie. Wybrano ostatecznie Hawthorne, gdzie tereny w większej części stanowiły własność rządową. Połączenia kolejowe były dogodne, warunki klimatyczne i meteorologiczne doskonałe, opady atmosferyczne umiarkowane, teren zdrenowany i solidny. Poza tem sąsiedztwo jeziora Walker o długości 40 klm. i szerokości 13 klm. stanowi niemałą atrakcję dla personelu, skazanego na samotny żywot w odludnej okolicy.

Projekt budowy zatwierdzono 29 maja 1928 r. ustalając wydatki na 3.500.000 dolarów. Budowę rozpoczęto 24 lipca 1928 r. Całość oddano do użytkowania 30 września 1930 roku.

---

623. 542.

Płk. w st. sp. inż. NIEWIADOMSKI PAWEŁ.

FOTOGRAFJA ISKROWA W ZASTOSOWANIU DO BADAŃ BRONI MAŁOKALIBROWEJ.

Fotografja iskrowa, zataczając coraz szersze kręgi praktycznego jej zastosowania do badań balistycznych, wzbudza wynalazczą pomysłowość ludzi w kierunku coraz to nowych postępów w tej dziedzinie pracy naukowej.

Z pośród najnowszych zastosowań fotografji iskrowej na pierwszem miejscu należy wymienić zastosowanie jej do zdjęć błysku i wypływu gazów z wylotu lufy broni małokalibrowej.

Przyrząd, który może być zastosowany w tych badaniach, jest w przeważnej części podobny do przyrządów używanych do innych badań balistycznych, np. do aparatu Quayl'a*).

Najważniejsza różnica między tym przyrządem, a aparatem Quayle'a polega na zastąpieniu maszyny influencyjnej, używanej ogólnie do tego celu, jako generator wysokiego napięcia, generatorem wysokiego napięcia składającym się z transformatora i prostownika, oraz na metodzie sterowania, która w tym przyrządzie opiera się na jonizacji pomocniczego iskiernika zapomocą małej iskry, wywołytwanej zwarciem kontaktu.

Schemat połączeń przyrządu jest podany na rys. 1. Najważniejsze części przyrządu są następujące:

1. Rurka Coolige'a do wytwarzania promieni X, służąca jako prostownik (komórka elektryczna wysokiego napięcia byłaby prawdopodobnie odpowiedniejsza niż używana tu rura).

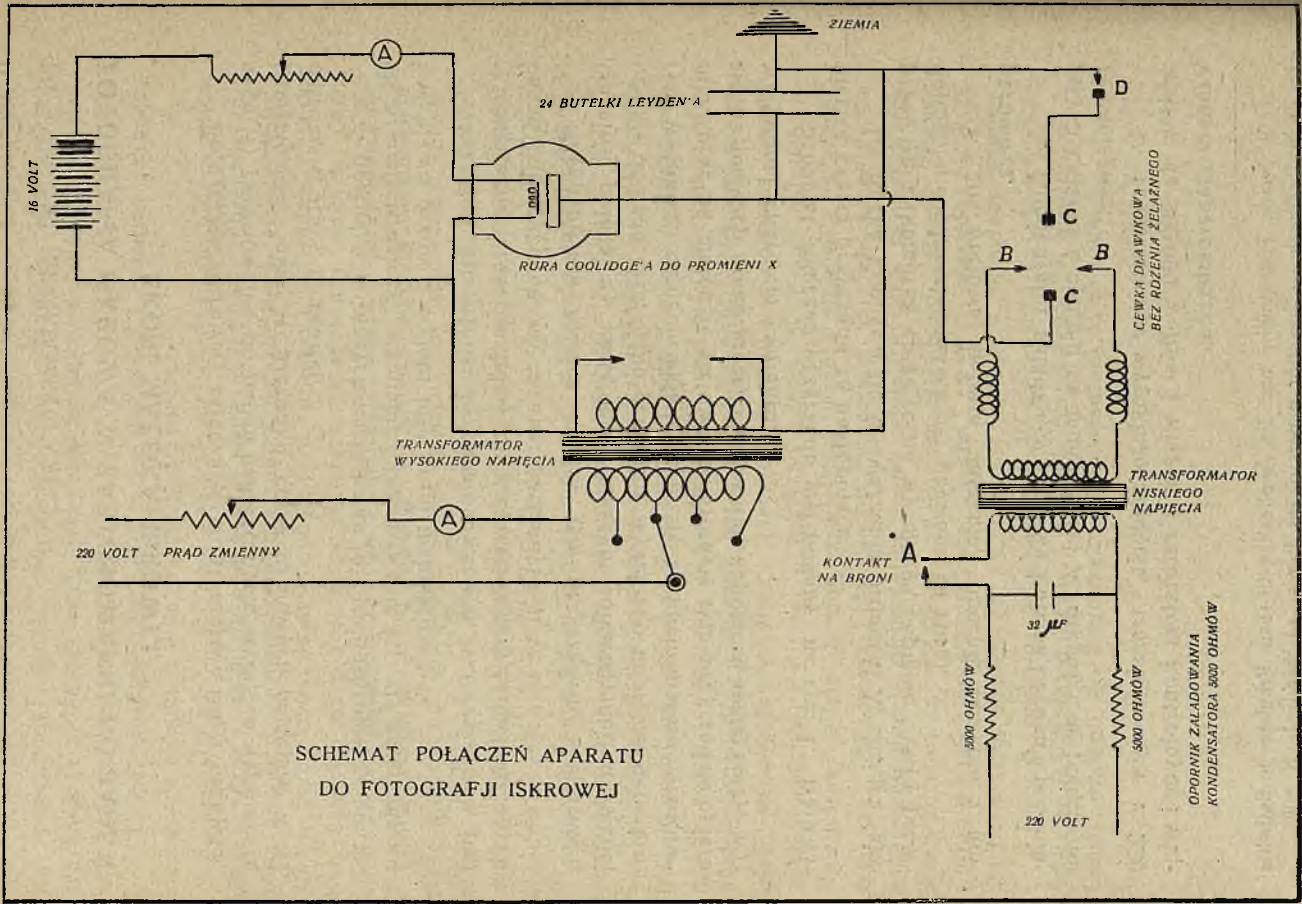
2. 16 woltowa baterja żarzenia, opornik żarzenia i amperomierz.

3. Kondensator składający się z 24 butelek Leyden'a posiadających okładki z cynfolji na mniej więcej 2/3 długości, w połączeniu równoległem.

4. Transformator wysokiego napięcia, transformujący z 220 woltów na 200.000 woltów i więcej, z reostatem kontrolnym i włączonym amperomierzem.

---

*) Spark. Photography and Its Application to some Problems in Ballistics by Philip P. Quayle — Scientific papers of the Bureau of Standards. N. 508.


16 VOLT
ZIEMIA
24 BUTELKI LEYDEN'A
D
C
C
B
B
RURA COOLIDGE'A DO PROMIENI X
CEWKA DŁAWIKOWA
BEZ RDZENIA ŻELAZNEGO
TRANSFORMATOR
WYSOKIEGO NAPIĘCIA
TRANSFORMATOR
NISKIEGO
NAPIĘCIA
220 VOLT PRĄD ZMIENNY
KONTAKT
NA BRONI
A
32 μF
5000 OHMÓW
5000 OHMÓW
220 VOLT
OPORNIK ZAŁADOWANIA
KONDENSATORA 5000 OHMÓW
SCHEMAT POŁĄCZEŃ APARATU
DO FOTOGRAFJI ISKROWEJ

Rys. 1.

5. Transformator niskiego napięcia, z kondensatorem przyłączonym równolegle do uzwojenia niskiego napięcia, przyłączony do sieci 220 woltów prądu zmiennego poprzez włączony opór. W obwodzie tym jest kontakt A; jeśli ten kontakt jest zamknięty przez broń, kondensator może wyładować się przez transformator, a temsamem powstaje w uzwojeniu wtórnem transformatora siła elektromotoryczna powodująca przcskok iskry w BB, jak wskazano na rysunku.

6. Pomocniczy iskiernik CC, oraz iskiernik D, który daje światło potrzebne do zdjęcia fotograficznego, są połączone w szereg z kondensatorem złożonym z butelek Leyden'a i włączone w obwód wysokiego napięcia.

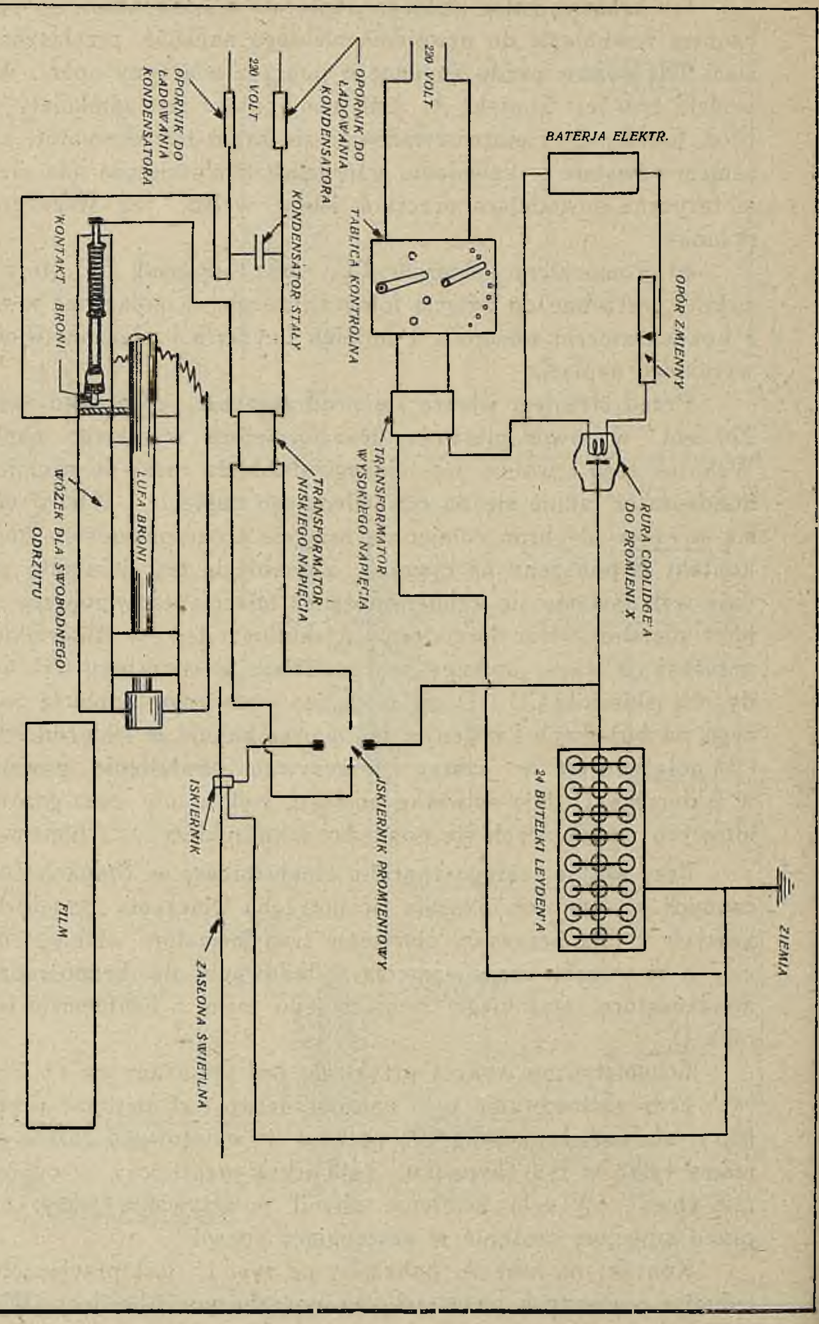
Przed strzałem włącza się prąd żarzenia, oraz prąd zasilany 220 wol. w obwód pierwotny transformatora wysokiego napięcia. Wskutek tego i wobec prostującego działania rurki do promieni X, kondensator ładuje się do odpowiedniego napięcia. Wtedy oddaje się strzał, i gdy broń cofając się osiągnie oznaczony odstęp, zamyka kontakt A pokazany na rysunku. Zamknięcie tego kontaktu powoduje wyładowanie się kondensatora 32 mikrofaradów poprzez uzwojenie pierwotne transformatora, a skutkiem tego w iskierniku BB przeskakuje iskra. Jonizuje ona powietrze w iskierniku CC, a wtedy oba iskierniki CC i D nie mogą już wytrzymać napięcia panującego na butelkach Leyden'a: iskra przeskakuje w iskiernikach CC i D połączonych w szereg. Intensywne oświetlenie powstające w iskierniku D daje sylwetkę pocisku, wylotu lufy, oraz gazów wylotowych znajdujących się pomiędzy iskiernikiem D a filmem.

Przy próbie takiego aparatu, zbudowanego w Stanach Zjednoczonych w Ameryce, okazała się potrzeba włączenia cewek dławikowych w oba przewody pierwotne transformatora niskiego napięcia, a to w celu zapobiegnięcia wyładowaniu się bezpośredniemu kondensatora wysokiego napięcia do ziemi z ominięciem iskiernika D.

Schematyczny wykres przyrządu jest pokazany na rys. 2.

Przy zastosowaniu tego aparatu łatwo jest uzyskać przeskok iskry, ale pożądaną fotografję pocisku i wylotowych gazów otrzymamy tylko w tym wypadku, jeśli iskra przeskoczy w odpowiedniej chwili. W celu ustalenia chwili powstawania iskry, należy przed zdjęciem postąpić w następujący sposób:

Kontakt na lufie A, pokazany na rys. 1, jest przyłączony do jednej z pierwszych końcówek chronografu typu Aberdeen. W miej-



SCHEMATYCZNE PRZEDSTAWIENIE APARATU DO FOTOGRAFJI ISKROWEJ

Rys. 2.

scu, w którem powinien się znajdować przycisk w chwili przeskoku iskry, umieszcza się ekran chronografu. Poczem oddaje się strzał, a odrzut lufy powoduje iskrę, która zaznacza się na taśmie chronografu; tak samo z chwilą przebicia ekranu przez pocisk powstaje druga iskra zaznaczająca się na taśmie. Jeżeli po zbadaniu taśmy okaże się, że obie iskry znajdują się bezpośrednio jedna nad drugą, to znaczy, że były one jednoczesne; wtedy oczywiście (pomijając opóźnienie wywołane samem powstawaniem iskry), gdyby kondensator wysokiego napięcia był naładowany, iskra wywołana wysokiem napięciem powstałaby w chwili, gdy pocisk przebija ekran chronometru. Jeżeli przy pierwszej próbie nie otrzymamy jednoczesnych iskier, należy poczynić zmiany w kontakcie lufy, w celu otrzymania żądanej jednoczesności.

Przyrząd ten może mieć szerokie zastosowanie do badań nprz. tłumików płomienia i odrzutników, używanych obecnie w broni małokalibrowej.

W. V. 623.411

DZIAŁA OLBRZYMY.

Dzisiejsze działa najcięższe, przewyższające już kalibrem 500 mm., ważące dziesiątki i setki tysięcy kilogramów i miotające pociski o ciężarze do 2500 kg. — nie są unikatami pod względem kalibru, bo w zaraniu artylerji palnej istniały działa o podobnych wymiarach i ciężarach. Tak więc:

W Monachjum w 1421 r. było działo zwane „Żądłem", które rzucało kule kamienne ciężaru 125 kg.

W Norymberdze w 1455 r. „Zimna Obywatelka" miotała kule 225 kg.

„Wściekła Małgosia" ważyła 1320 kg. i miała kaliber 620 mm.

W 1411 r. odlano w Brunświku „Leniwą Mecię", która ważyła 900 kg. i miotała kule 300 kg. na odległość 3300 kroków (ponad 2 klm).

Wielka armata Frankfurcka, która w 1399 r. zdobyła zamek Tannenberg, miała kule o średnicy 790 mm (została ona odkopana w 1849 r.).

W zamkach Dardanelskich leżały jeszcze przed stu laty stare armaty kalibru 830 mm. z kulami ważącemi 800 kg.

„Grosse Pumhart" w Styrji (1380 r.) posiadała kaliber 882 mm; „Obrońca Kraju" z 1485 r. — ponad 1000 mm., inne zaś działo ze Styrji aż 1100 mm! Wprowadzenie kul żelaznych zmniejszyło kaliber, nie zmniejszając ówczesnej mocy dział; zwiększenie ciężaru

pocisku pojawiło się znów dopiero z wprowadzeniem luf gwintowanych, co również pociągnęło za sobą zmianę pocisków kulistych na walcowe podłużne. I wtedy były znane:

Armata ameryk. z 1864 r. — kalibru 510 mm.

Moździerz francuski z 1832 r. (brał udział w oblężeniu Antwerpji) — 600 mm, miał on długość lufy zaledwie 2,7 kalibru, ciężar 7750 kg, pocisk ważył 450 kg.

Moździerz Palmerstona z 1868 r. — kalibru 885 mm (bomba ciężaru 1500 kg), — oddał tylko 4 strzały.

Armata Kruppa na wystawie paryskiej w 1867 r. miała lufę, ważącą 50.000 kg. i granaty po 550 kg.

Armata Canet'a z 1891 r. ważyła 66000 kg. przy granatach 500 kg. ciężaru.

Armata marynarki włoskiej z 1882 r. ważyła 103900 kg, pocisk jej 908 kg, kaliber wynosił 450 mm.

Armata Kruppa na wystawie w Chicago w 1893 r. o kalibrze 420 mm. długość lufy 33 kalibry, ważyła 122400 kg; granat jej ważył 1000 kg.

Armata amerykańska z końca XIX stulecia, kalibru 406,4 mm — ważyła 102100 kg., strzelała granatem 1075 kg.

(Technische Rundschau).

W. V. 623. 536

POMIAR DŁUGOTRWAŁOŚCI LUFY DZIAŁOWEJ.

Co należy rozumieć pod pojęciem długotrwałości życia lufy? Dawniejsze lufy uważano za będące w dobrym stanie dopóty, dopóki działały i często kończyły one swe życie dopiero wtedy, gdy pękały i nieraz zabijały lub raniły obsługę. Było to wówczas, gdy celność ognia nie miała dominującego znaczenia, gdy sam huk strzału zdziałał tyle, co i pociski. Obecnie artylerzyści uważają, że życie działa jest skończone, gdy rozrzut strzałów staje się tak wielki, w porównaniu z działem nowem, że skutek pewnej serji strzałów nie jest wart kosztów poniesionych na nie. W zastosozatem do działa — życie jego i dokładność są pojęciami prawie identycznemi. Przyjąwszy powyższą definicję można dążyć do rozwiązania następującego zagadnienia: dane jest działo, używane od pewnego czasu, podległe różnym wpływom atmosferycznym i obchodzenia się z nim, z którego oddano nieznaczną ilość strzałów— należy określić doświadczalnie, czy życie jego jest już skończone, tj. czy wymaga ono przerurowania; sprawy łoża nie przyjmujemy

tu pod uwagę. Wygląd przewodu i pomiary sprawdzianem średnicowym rzadko mogą dać odpowiedź decydującą w tej kwestji, chyba że lufa ma jaskrawe braki. Pomiar szybkości przy użyciu przepisowego prochu i pocisku wykaże stratę szybkości na skutek wypalenia i stratę donośności, lecz nic nie mówi o zmianie rozrzutu wgłąb. Zwykle też ta strata ma niedużą wartość, a spadek w donośności dochodzi zaledwie do 5%. Czasem jest możność strzelania przez kartony i badania otworów przebitych lub chwytania pocisków w kulołapach i badania stanu pierścieni wiodących. Jednak żadne z tych doświadczeń nie daje wystarczającej informacji o istocie zagadnienia. Mogą one dać jedynie wyniki jakościowe.

Jedyną logiczną metodą określenia „wieku" lufy jest porównanie doświadczalne celności danego działa i nowego, przy identycznych warunkach strzelania (amunicja, obsługa, linja ognia, obserwacja itp.), aby uniknąć omyłek chwili lub ze strony personelu; dla eliminowania zaś błędów wpływu wiatru, działa te powinny strzelać naprzemian.

Należy tu zauważyć, że wielkość kąta podniesienia jest przy tem rzeczą bardzo ważną; dowodzi tego następujący przykład: pewna armata 6″ uważana była przed wojną za jedną z najcelniejszych w Stanach Zjednoczonych (oddała mało strzałów przy kącie większym od 15^0). W czasie wojny zdecydowano zwiększyć jej maksymalne podniesienie, ze względu na powiększenie donośności. Wówczas przy 40^0 stwierdzono że rozrzut był b. duży, aż do 30% donośności, co wynikało z licho zaprojektowanego pierścienia wiodącego, który zdradzał swą niedokładność dopiero wtedy, gdy opór powietrza działał na niego przez czas dłuższy. Pociski mające za małe lub za duże szybkości wirowania również dopiero przy dużych donośnościach wykazują swe błędy. Przy małych kątach rzutu tor jest podobny do toru w próżni, a wtedy donośność jest funkcją V_0 i kąta podniesienia, a nie zależy od czasu ani od kształtu pocisku. Po kącie 55^0 donośność znacznie się różni — dochodzi do $^1/_3$ donośności w próżni. Uchylenie wgłąb jest zawsze więdsze od uchylenia wszerz. Rozrzut wgłąb rośnie szybciej niż elewacja i przy 45^0 bywa największy; błędy przy małych kątach pochodzą głównie od podrzutu i nastawienia celownika, przy dużych — od zużycia przewodu. Można np. przyjąć, że trzykrotne powiększenie rozrzutu dyskwalifikuje działo.

(Army Ordnance 1923 r.)

669.

Inż. WYSOCKI STANISŁAW.

METODA CZERNIENIA STALI SYSTEMEM BRONZOWANIA *)

Przy wyborze wartości tej lub innej metody czernienia decydujące powinny być przedewszystkiem wyniki, jakie daje dany sposób w trzech kierunkach, a mianowicie:

1) należytego zabezpieczenia od rdzewienia;

2) dostatecznej trwałości wytworzonej pokrywającej warstwy, w znaczeniu jej przylegania, a więc odporności na ścieranie;

c) wyglądu zewnętrznego wytworzonej powłoki.

Pomijając metody czernienia zapomocą napuszczania, sposobu Ortomana, sposobu Bowner-Barffa **), które wymagają dość wysokiej temperatury, zastosowanie której przy czernieniu przedmiotów już hartowanych lub cienkościennych jest wręcz szkodliwe — zatrzymam się nad bardzo rozpowszechnioną, a tak stosunkowo mało zbadaną, metodą czernienia sposobem tak zwanego „bronzowania". Metoda powyższa wymaga tylko wygotowania czernionego przedmiotu w wodzie wrzącej, co czyni sposób ten absolutnie nieszkodliwym dla czernionych przedmiotów. Sposób „bronzowania" zasadniczo polega na wywoływaniu powierzchniowej warstwy rdzy, złożonej z tlenków żelaza z domieszką tlenków metali z rozczynów soli, stanowiących składniki tej lub innej stosowanej recepty. Recept „bronzowania" jest niezliczona ilość. Są one przytaczane czy to w odnośnej literaturze, czy też zalecane przez długoletnich praktyków, co stanowi już poważne trudności w wyborze najbardziej stosownego i odpowiedniego przepisu. Wszystkie bowiem są zalecane jako „bardzo dobre" lub „doskonałe" dla żelaza i stali, a nawet żeliwa. Najczęściej wybiera się recepty najbardziej proste, bo najtańsze, i po kilku nieudanych próbach stosuje się drugą receptę, następnie trzecią i t. d., by w końcu, po długich i żmudnych próbach oraz zabiegach trafić na przepis, który da mniej więcej zadawalające rezultaty. W ten sposób znaleziony przepis uważa się za wzorcowy, by już przy najbliższem czernieniu przedmiotu, wykonanego z materjału o innym składzie chemicznym, lub innej strukturze, przekonać się, że ten „wzorzec" nie wywołuje pożądanego efektu. Więc kolor przedmiotu nie jest czarny — otrzymują się roz-

*) Referat wygłoszony na V Zjeździe Stow. Inż. Mech. Polskich.

**) „Wiadomości Techniczno-Artyleryjskie Nr. 6. Lipiec, 1930 r. str. 684.

maite odcienie koloru bronzowego, warstwa powlekająca jest słabą i ściera się już pod palcami i t. p. Skutkiem tego przystępuje się do długotrwałych badań oraz stosowania nowych recept, które są, jak już powiedziano, bardzo problematyczne.

Badania nad sposobem bronzowania, przeprowadzone w Zakładach Starachowickich, dotyczące czernienia metali o rozmaitych składach chemicznych, (żelazo zwykłe, stal zwykła, stal narzędziowa, stal stopowa i t. p.), dają podstawę do twierdzenia, że jedna i ta sama recepta, przy zastosowaniu jednakowej metody bronzowania, daje rozmaite rezultaty na materjałach o rozmaitych składach chemicznych.

Wykonano, celem zbadania, 4 walce o jednakowych wymiarach (∅ 12 mm. dług. 25 mm.) z materjałów, jak następuje:

		C	Cr	Ni	Si
Nr. 1 — stal	Cr Ni	0,34	0,57	1,62	0,27
„ 2 — „	SB 1	1,19	0,10	—	0,23
„ 3 — „	C 50	0,30	—	—	—
Nr. 4 — żelazo	C 34	0,10	—	—	—

Po odpowiedniem przygotowaniu, t. j. jak najbardziej ścisłem odtłuszczeniu, pokryto walce cienką warstwą jednego i tego samego rozczynu oraz pozostawiono je w ciepłem i normalnie wilgotnem miejscu, celem otrzymania pierwszej powłoki rdzy.

Obserwacja zjawiska rdzewienia pozwoliła ustalić różne zachowanie się gatunków stali w zależności od ich składu chemicznego. Powłoka tworzyła się dopiero po 15 minutach reakcji. Zmiany kolorów wytwarzanej powłoki rdzy zapisywano co 5 minut w czasie trwania reakcji do 35 minut. Po 35 minutach aż do 60 minut zapisywano spostrzeżenia co 10 minut. Ten proces rdzewienia, podczas którego próbki wolno wysychały — trwał do 60 minut. Po wyschnięciu próbek proces był skończony. Taki proces rdzewienia powtarzano trzykrotnie.

Próbki ze stali stopowych (Cr Ni, SB 1) już po 15 minutach pokryły się warstwą koloru zielonego z niewielkiemi gniazdami rdzy, złożonej z drobnych kryształów koloru ciemno-żółtego. Po upływie 25 minut rdza pokrywała całą powierzchnię próbki warstwą o kolorze żółtym w odcieniach od ciemno-żółtego do słomkowego, a po 35 minutach ten kolor całej powierzchni próbki wyrównał się do koloru cytrynowego, który pozostawał bez zmian i po należytem wyschnięciu. Próbki ze stali zwyczajnej (C 50, C 34) pokrywały się

w tym samym czasie warstwą koloru ciemno-granatowego i to po 15 min., bez plam rdzy, które zjawiły się dopiero po 20 min. w formie ciemno-rudych plam, na których tle po 35 min. wystąpiły inne plamy w postaci przecinków o kolorze jaskrawo-ceglastym (kolor minji). Plamy rude po 45 min. pociemniały aż prawie do czarnych odcieni z licznemi przecinkami rdzy jaskrawego koloru minji. Plamki rdzy były znacznie większe niż na próbkach stali stopowych. Poza tem rozłożenie ich było mniej regularne. Próbki te wysychały znacznie dłużej od próbek stali stopowych.

Próbki poddano wygotowaniu we wrzącej wodzie, poczem suszono je w trocinach, oczyszczono od nadmiaru tlenków zapomocą szczotki stalowej i pokrywano ponownie rozczynem. Podczas powtórnego rdzewienia obserwowano to samo zjawisko, tylko już nie w tak jaskrawej tonacji. Podczas trzeciego rdzewienia powierzchnia walców pokrywała się cienką warstwą drobnych kryształów rdzy koloru słomkowego na tle zielonym w stalach stopowych i koloru rudego na tle granatowym na zwykłej stali. Tworzenie się cienkiej, prawie przezroczystej, warstwy rdzy na jednotonowym tle decyduje o zakończeniu całego procesu rdzewienia. Dalsze prowadzenie procesów rdzewienia nie daje żadnych pozytywnych rezultatów.

Po ostatniem wygotowaniu próbek (w tym wypadku trzecie wygotowanie) dała się zauważyć pewna różnica kolorów próbek, a mianowicie:

Nr. 3 i 4 — głęboki czarny kolor.

Nr. 1 i 2 — kolor czarny z wyraźnym bronzowym odcieniem.

Następnie wykonano próbki ze stali niehartowanej i hartowanej. Traktowano je tym samym płynem, przyczem zupełnie wyraźnie uwidoczniła się różnica kolorów. Stal niehartowana wytworzyła kolor czarny z połyskiem, hartowana zaś — czarny matowy. Z powyższego można wywnioskować, że niezależnie od odporności na rdzewienie i mocy przylegania — traktowanie jednym i tym samym płynem metali o rozmaitych składach chemicznych wywołuje nieestetyczną pstrokaciznę odcieni kolorów czarnego i bronzowego.

Celem zbadania różnicy mocy przylegania wykonano 10 takich samych próbek, jak poprzednio, ze stali C 50 i poczerniono po 2 sztuki według jednorazowych recept. Użyto do tego czterech różnych rozczynów, któremi poczerniono numera 1 i 6, 2 i 7, 3 i 8 oraz 4 i 9 (Nr. 5 i 10 nie były czernione).

Z powodu braku ustalonej metody do badania prób czernionych na ścieranie, zastosowano własną, zbliżoną do metody, wska-

zanej w artykule inż. L. Krauze*). Ścieranie przeprowadzono na poziomej polerce metalograficznej o 1340 obr. na minutę, z tarczą pokrytą suknem. Sposób ten nie daje ścisłych danych nawet dla celów porównania wytrzymałości powłoki czernienia przeciw ścieraniu. (Rys. Nr. 1) z przyczyn, jak następuje:

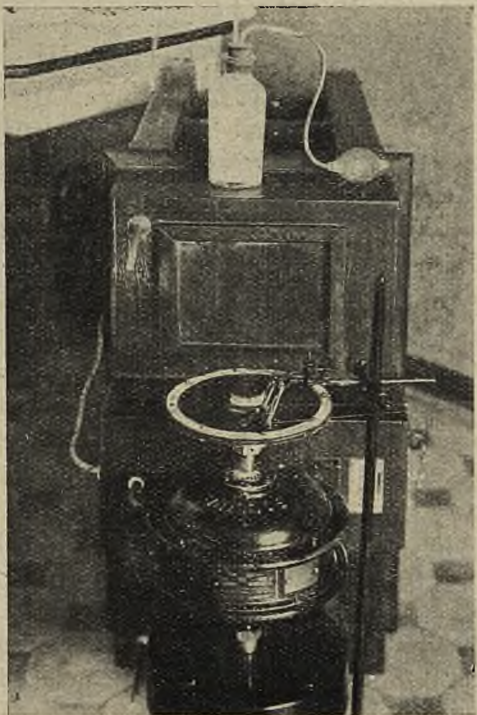
1) Różne szybkości obrotowe tarczy.

2. Niespokojne i niestałe przyleganie lekkiej stosunkowo próbki do tarczy.

3. Ścieranie się sukna.

4. Trudność ustawienia próbki na tem samem miejscu.

Poza tem warunki pracy czernionych przedmiotów są całkiem odmienne od warunków pracy próbek na tarczy sukiennej przy około 1300 obrotów na min.



Rys. 1.

*) Wiadomości Techniczno-Artyleryjskie Nr. 6, Lipiec 1930 r. i Przegląd Techniczny Nr. 15 z r. 1931.

Przedmioty czernione w większości wypadków narażone są na ścieranie nie obrotowe, lecz wolno posuwowe, jak np. lufa karabinu lub pochwa bagnetu na płaszczu żołnierskim, celownik w skrzyni, tarcie o filc i przytrzymujące paski skórzane, pokrywy kołysek dział, trzony zamkowe, tarcie o brezentowe osłony i t. p.

Celem przeprowadzenia pierwszych prób porównawczych zastosowano jednak szlifierkę poziomą.

Czernione wałki o ∅ 12 mm, i dług. 25 mm, o ciężarze 23,25 do 23,5 gramów, umocowano na stałe w specjalnym uchwycie w ten sposób, by próbkę poddać ścieraniu tylko po stycznej. Waga uchwytu wynosiła 17 gr. Łącznie więc próbka wraz z uchwytem ważyła 40 gram. Uchwyt, dług. 50 mm ustawiony był na tarczy pod kątem 60^0, skąd można obliczyć ciśnienie próbki na tarczę, a więc i nacisk jednostkowy na 1 mm^2, ścieranej powierzchni, co byłoby jedynie decydujące przy porównaniu trwałości warstwy czernienia.

Przy długości próbki 25 mm i szerokości ścieranego paska 1 mm płaszczyzna ścierana wynosi 25 mm^2. Ciśnienie całej próbki wynosi 40,00 gr, a wiąc na 1 mm^2 powierzchni próbki—1,6 grama.

Przy takim docisku i 1340 obrotach sukiennej tarczy szlifierskiej poddano 8 próbek próbie ścierania, a po upływie 60 min. żadna z tych próbek nie wykazała śladów starcia warstwy czernienia*).

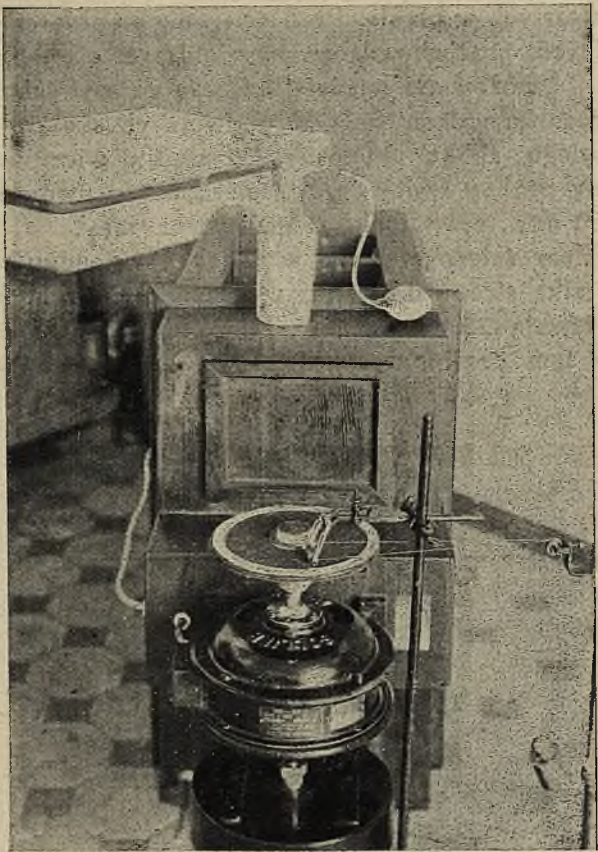
W dalszym ciągu prowadzono na tej samej szlifierce doświadczenia z temi samemi próbkami, lecz obciążano je odważnikami 200 i 500 gram (Rys 1-a), przytem docisk próbek na powierzchni sukna wynosił odpowiednio 5,74 i 12,47 grama na mm^2.

Próbki pozostawały pod obciążeniem 200 gramów przez 36 min. i pod obciążeniem 500 gramów przez 48 min. Śladów przetarcia również nie zauważono.

Ponieważ czas trwania prób na suchem suknie polerki był zbyt długi, i mimo tego próbki nie uległy starciu powłoki, prowadzono ścieranie na tej samej polerce, jednak metodą mokrą. Wstrzykiwano na tarczę sukienną pod próbkę, co 5 sekund, dawkę odmulonego tlenku glinu Nr. 2. Ścieranie prowadzono bez dodatkowego obciążenia, t.j. z dociskiem 1,60 gramów na mm^2. Wszystkie próbki ścierano kolejno na tarczy w czasie 6 minut. Rezultaty zestawiono poniżej:

---

*) Porówn. Wiad. Techn.-Art. Nr. 6, Lipiec 1930 r. str. 694.



Rys. 1a.

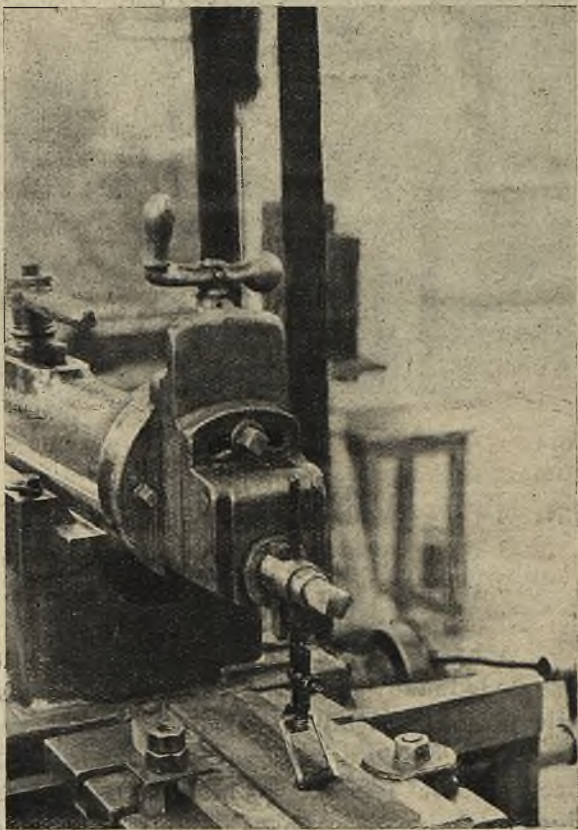
Próbki Nr. 4 i 9 — żadnych śladów starcia,
„ „ 3 i 8 — prawie niedostrzegalne ślady przetarcia,
„ „ 2 i 7 — wyraźne ślady przecierania się warstwy czernienia,
„ „ 1 i 6 — starte do błyszczącego metalu.

A więc przy jednakowym materjale próbek najlepsze rezultaty uwidoczniły się przy czernieniu materjału C 50 rozczynem wg. tej samej recepty co Nr. 4 i 9, a następnie 3 i 8. Udowadnia to, że nie każdy rozczyn daje jednakowe rezultaty odporności i należy: albo drogą doświadczalną na próbkach dobrać odpowiedni rozczyn, wywołujący pożądany efekt, lub też za pomocą dłuższych badań zestawić pewną zależność, niewątpliwie istniejącą, pomiędzy skła-

dem chemicznym czernionego przedmiotu, a ilością lub jakością chlorków zawartych w płynie. Prób ścierania na polerce zaniechano jako nierealnych, przeprowadzono je w dalszym ciągu na strugarce poprzecznej. Umocowano w niej taki sam uchwyt jak poprzednio (Rys 2). Strugarka wykonywała 60 podwójnych skoków na minutę, długość każdego skoku wynosiła 250 mm., a więc w przeciągu jednej minuty próbny wałek przy ścieraniu posuwowem przechodził drogę 30 mtr., przy docisku 1,60 gr. na mm^2.

Materjałem ściernym była w jednym wypadku skóra (pas, ułożony szorstką stroną do góry), w drugim — kawał filcu.

Próba trwała 25 min. z tem, że próbki przejrzano po 15 minutach. Po tym czasie można już było zaobserwować wyraźne



Rys. 2.

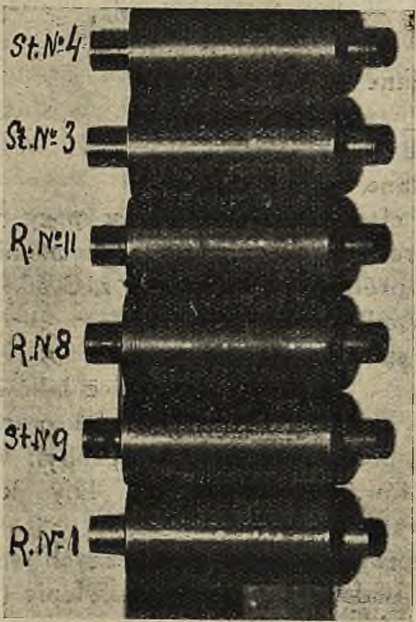
wyniki. Poddano badaniu próbki Nr. 4, 9, 3 i 8, tak na skórze, jak i na filcu. Badania wykazały:

w próbce Nr. 4 — żadnych śladów starcia,
„ „ 3 — żadnych śladów starcia,
„ „ 9 — minimalny ślad przetarcia,
„ „ 8 — wyraźny ślad starcia.

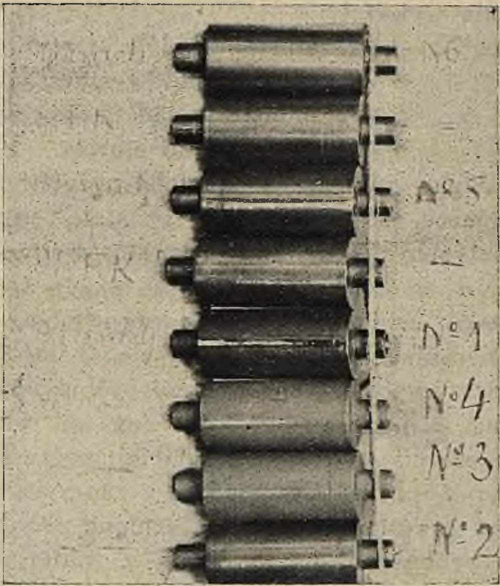
Sposób badania odporności powłoki przeciw ścieraniu dokonywany na strugarce, że względu na prostotę urządzeń, wydaje się bardzo praktycznym i może być zastosowany wprost w warsztacie.

Z powyższego widać różnicę odporności na ścieranie przy zastosowaniu ścierania obrotowego przy dużej ilości obrotów i posuwowego. Pierwszy sposób po godzinnej próbie nie dał widocznych rezultatów, drugi, t. j. posuwowy, dał już po ok. 25 minutach widoczne ślady starcia w próbkach słabiej poczernionych.

Korzystając z uprzejmości jednej z zaprzyjaźnionych fabryk krajowych, która przysłała swoje poczernione próbki tych samych wymiarów, jak próbki własne, zrobione z materjałów używanych na lufy karabinowe, miano możność wykonać badanie porównawcze ścierania posuwowego. Wyniki uzyskano następujące: (Rys. 3).



Rys. 3.



Rys. 4. Czerniono w P. F. K.

Nr. 4 własne — bez śladów starcia,
„ 3 „ — bez śladów starcia,
„ 11 przysłane — przetarte,
„ 8 „ — przetarte,
„ 9 własne — przetarte,
„ 1 przysłane — przetarte.

W dalszym ciągu czyniono próby przy współudziale innej fabryki, której Dyrekcja zezwoliła na poczernienie u siebie dostarczonych własnych próbek, wykonanych z Ç 50, które poczernione rozmaitemi sposobami, a mianowicie:

Nr. 1 i 2 — sposobem bronzowania,
„ 3 i 4 — „ „Parkera" bez lakowania,
„ 5 i 6 — „ „ z lakowaniem.

Jednocześnie przysłano jeszcze 2 próbki, bez numerów, wykonane z materjałów, używanych na lufy km. i poczernione sposobem bronzowania.

Badanie przeprowadzono w identycznych warunkach.

Wyniki prób podaje poniższe zestawienie (Rys. 4).

Nr. 6 — bez śladów starcia,
bez Nr. — „ „ „

Nr. 5 — starte,
bez Nr. — „
Nr. 1 — „
Nr. 4 — „
„ 3 — „
„ 2 — „

Wyniki tych próbek nie uwidoczniają przewagi sposobu „Parkera" nad odpowiednio właściwem bronzowaniem, gdyż próbka № 6 parkeryzowana — i bronzowane próbki bez №, № 4 i 3 dały podczas prób jednakowe wyniki, № 5 zaś parkeryzowana znajduje się w kolejności na piątem miejscu.

Próbki parkeryzowane, lecz nie lakowane, nie są odporne na ścieranie.

Badania odporności na rdzewienie przeprowadzono w Zakładach Starachowickich w trudniejszych warunkach, niż zalecano ostatnio w literaturze *).

Płytkę stali narzędziowej SB 1 o wymiarach 150×80×2 mm, poczernioną sposobem bronzowania tylko z jednej strony, wstawiono do rury wentylacyjnej kuchni chemicznej, gdzie przez cały dzień wyparowują się gazy NO_2, SO_3, HCl, H_2S i t. p. Płytkę ułożono stroną bronzowaną w kierunku kuchni, t. j. ciągu gazów. Po upływie 48 godz. płytkę wyjęto. Po starciu nie zauważono śladów korozji na powierzchni czernionej, podczas gdy odwrotna strona płytki wykazała głębokie ślady przeżarcia rdzą.

Powyższe próby udowodniają, że sposób bronzowania może odpowiadać w zupełności warunkom, których celem jest zabezpieczenie od rdzy. Powłoka uzyskana może być poza tem dostatecznie trwałą na ścieranie.

Opisany sposób bronzowania dał bezwzględnie dobre rezultaty pod każdym względem. Uwzględniając jego prostotę i taniość wykonania, widać, że może on w zupełności konkurować z innemi sposobami.

Warunkiem udatności procesu czernienia jest:

1) doskonałe odtłuszczenie przedmiotów;

2) dobranie odpowiednich składników płynu, zależnie od składu chemicznego czernionego przedmiotu;

3) wygotowywanie w wodzie, dokładnie wrzącej w całej swej masie;

---

*) Wiadomości Techn.-Art. Nr. 6, Lipiec 1930 r., str. 692 i Przegląd Techniczny Nr. 15 z 1931 r.

4) po wygotowaniu zalecone jest opłukanie przedmiotu w ciepłym rozczynie 1% wodnym siarczku potasu (+70° C)

Z powyższych warunków najważniejszym oraz trudnym do uchwycenia jest warunek drugi.

Dobranie odpowiedniego płynu może dać dobre wyniki. Jako przykład służyć może następujący: kawałek blachy marki KAWx o składzie C = 0,10, Mn = 0,45, Si = 0,45 oraz Cr = 21% po dobraniu odpowiedniego płynu był poczerniony, a uzyskana powłoka była dostatecznie czarna i odporna.

Powyższe badania dostosowane były do tego rodzaju stali, które normalnie używa się w przemyśle wojennym. Uzyskane wyniki są całkowicie zadawalające, co stawia sposób bronzowania na jednej wyżynie z drogim, patentowanym sposobem parkeryzowania.

Nie mogąc się wdawać w szczegółowe rozpatrzenie poszczególnych roztworów trawiących, których skład, jak już zaznaczono, zależy od rodzai stali, zaznaczam, że opisane badanie pozwala wyciągnąć dostateczne wnioski dla stosowalności sposobu bronzowania. Celem ustalenia dokładnych danych, dotyczących sposobów i operacyj, koniecznych dla każdego, normalnie stosowanego rodzaju stali, znajdują się w opracowaniu dalsze próby, które zostaną w swoim czasie podane do wiadomości.

STRESZCZENIE.

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono konieczność indywidualnego traktowania każdej jakości stali.

Stwierdzono konieczność zmiany dotychczasowego sposobu badania odporności powłoki przeciw ścieraniu.

Przez porównanie różnych sposobów czernienia stwierdzono dosadnie, że nie wykazują one wyższych zalet od racjonalnego bronzowania.

Na zakończenie pozwalam sobie złożyć podziękowanie Dyrekcji Zakładów Starachowickich, oraz Laboratorjum badawczemu Zakładów za wydatną pomoc i poradę w przeprowadzaniu prób i badań.

669.

ZIELIŃSKI HENRYK.

O ZASTOSOWANIU SPAWANIA ACETYLENO-TLENOWEGO W ZBROJOWNIACH.

W czasie wielkiej wojny europejskiej na froncie kaukaskim wojska rosyjskiego bardzo duże zostosowanie miało spawanie płomieniem acetylenowo-tlenowym przy naprawie różnych części dział.

Zważywszy na odległość frontu kaukaskiego od centrum uzbrojenia, znaczenie spawania, ze względu na umożliwienie naprawy z zaoszczędzeniem dużych kosztów przewozu, było wprost nieocenione. Jako jeden z przykładów może służyć na prawa osi armatniej artylerji górskiej.

Wskutek przewożenia armat po wyboiskach górskich, a także naskutek wstrząśnień w czasie strzelania, nadrywały się lub też obrywały się zupełnie wydrążone wrzeciona osi. Osie były wykonane z dobrego gatunku stali i po spawaniu z dodaniem spoiwa z czystego szwedzkiego drutu i przy użyciu jako środka oczyszczającego proszku „anoksu", wykazały w następstwie w czasie pracy dobre wyniki, gdyż naprawiane osie pracowały lepiej od nowych. Wykonano takich osi około 1000 sztuk, przyczem koszt naprawy wyniósł 1 dol., nowa zaś oś kosztowała 125 dol. (250 rubli).

Wskutek częstego użycia armaty chromoniklowe tłoczyska powrotników podlegały wytarciu. Po nadlaniu zwykłym drutem szwedzkim, wyprostowaniu i obtoczeniu, tłoczyska te pracowały zupełnie dobrze. Koszt nadlania wyniósł 0,5 dol. Naprawiono parę tysięcy tłoczysk.

Wodzidła mosiężne łóż działowych na skutek częstego użycia wycierały się, przeto miejsca wytarte były nadlewane drutem mosiężnym przy zastosowaniu specjalnego proszku do mosiądzu i po ostruganiu pracowały one zupełnie dobrze. Wykonano takich prac ok. 100 szt.

Podobne naprawy dokonywano w zaczepach łóż i w sworzniach przodków (nadlew z drutu ze stali miękiej) oraz w lemieszach (przypawanie stali kutej).

Bardzo często, wskutek nieumiejętnej i niedbałej obsługi, przegrody w jaszczach wykonane z cienkiej blachy, wzmacnianej cienkiemi kątownikami, rwały się na narożnikach i wymagały częstych napraw, uskuteczniających tym sposobem szybko wprost na miejscu,

Te kilka głównych przykładów dostatecznie charakteryzują korzyści spawania w zbrojowniach i warsztatach wojskowych. Rzecz prosta, że roboty typu opisanego, jako b. odpowiedzialne (np. spawanie osi) wymagają dobrych fachowców spawaczy i dlatego też szkolenie personelu spawaczy ma pierwszorzędne znaczenie dla prawidłowej pracy powyższych zakładów naprawczych.

BIBLJOGRAFJA.

„PRZEMYSŁ WOJENNY ZAGRANICĄ."

przez S. Wiszniewa (1930 r. wyd. państwowe).

W przedmowie autor zaznacza, że przed wojną światową zaopatrzeniem wojska w sprzęt zajmowały się prawie wyłącznie specjalne zakłady wojskowe (państwowe), potrzeby zaś ostatniej wojny zmusiły do pociągnięcia w dużym zakresie również przemysłu prywatnego do tej wytwórczości. Mobilizacja przemysłu usunęła ostrą granicę między przemysłem wojennym a pokojowym. „Zmilitaryzowano" wszystkie gałęzie przemysłu, a zwłaszcza metalurgję, budowę maszyn i przemysł chemiczny. A zatem pojęcie przemysłu wojennego znacznie się rozszerzyło. Po wojnie wiele z tych wytwórni zdemobilizowało się, lecz inne zachowały i w czasie pokoju charakter przemysłu wojennego (wyrób sprzętu uzbrojenia), opierając się jednak w szerokim zakresie na całym szeregu zakładów przemysłu nie wojennego — pod względem ekonomicznym i technicznym.

Treścią omawianej książki służy przedstawienie *stanu obecnego przemysłu wojennego,* przegląd krótki *jego dotychczasowego rozwoju i dążności do dalszego rozwoju.*

A. Przemysł wojenny wielkich mocarstw.

Cechą charakterystyczną ich przemysłu jest to, że państwa te mają rozwinięty swój przemysł wszechstronnie, i że przemysł ten stoi w ścisłej łączności z przemysłem cywilnym. Do krajów tych należą: Francja, Anglja, Italja, Niemcy (dawniej), Japonja, Stany Zjednoczone Ameryki Płn.,—wszystkie one brały udział w wojnie 1914-18 r. rozwijając wówczas znacznie odnośne gałęzie przemysłu. Przy tem w niektórych z tych krajów (Francji, Japonji, Niemiec) cały wielki przemysł powstał i rozwinął się właściwie na podstawie wojny); w innych

(Anglji, Italji, Stanach Zjednoczonych) przemysł ogólny rozwijał się niezależnie od potrzeb wojennych.

a) *Francja.* Posiada tak dalece rozwinięty swój przemysł wojenny, że, w razie odpowiednich zamówień, mogłaby podołać w zaopatrzeniu wojsk całego świata. Niska zaś stosunkowo cena jej wyrobów i dogodne warunki płatności — tworzą z Francji bardzo poważnego konkurenta na rynku światowym; obecny zaś stan polityczny wymaga podtrzymania tego rodzaju przemysłu (to samo dotyczy Italji i Japonji), co jednak ze względów finansowych nie zawsze może być spełnione w wymaganym zakresie.

Różne działy przemysłu wojennego rozmaicie są rozdzielone pomiędzy zakłady państwowe, a prywatne; niektóre produkty są zmonopolizowane przez państwo (proch i materjały wybuchowe), inne wyroby wykonywane są przeważnie przez zakłady rządowe (karabiny i ich amunicja), natomiast kar. masz. i działa wyrabiają wytwórnie obu rodzajów, jak również okręty wojenne; a wreszcie przemysł lotniczy znajduje się wyłącznie w rękach osób prywatnych. Wytwórnie uzbrojenia (rządowe), istniejące wiele dziesiątków lat wytworzyły liczne kadry wykwalifikowanych specjalistów. Ścisły związek łączy przemysł wojenny z cywilnym, który dostarcza tamtemu surowce i półfabrykaty (np. odkute części stalowe, piroksylinę, toluol) i jest podtrzymywany przez zamówienia wojskowe, np. na specjalne gatunki stali, na mosiądz walcowany, na przyrządy precyzyjne i t. p.

Zakłady rządowe dzielą się na 2 osobne grupy; t. j. — należące do Ministerstwa Wojny i do Ministerstwa Marynarki; pierwsze zaś składają się z fabryk prochu i wytwórni artyleryjskich. Fabryki prochu podlegają specjalnemu zarządowi i oparte są na zasadach handlowych; wytwórnie artyleryjskie cieszą się dużą samodzielnością (dyrekcja podlega ministrowi), kierownictwo pracą leży w rękach inspekcji technicznej artylerji (kontrola techniczna i podział zamówień). Arsenały morskie podlegają urzędowi budowy okrętów Min. Marynarki. Przygotowaniem mobilizacji przemysłu zajmowały się z początku po wojnie ogólne władze przemysłowe wojskowe, obecnie jest to zadaniem specjalnej obszernej instytucji (główna inspekcja przemysłu wojennego w razie mobilizacji oraz inspektoraty metalurgiczne). Wyrób prochu od czasów wielkiej rewolucji stał się monopolem państwowym; przemysł prywatny może zajmować się wyrobem materjałów wybuchowych zastosowania niewojskowego.

W czasie wojny drobna część przemysłu prywatnego zajęta była coprawda wyrobem mat. wyb. wojskowych, lecz wyrób prochu bezdymnego artyleryjskiego pozostawał wciąż w rękach instytucyj rządowych. Po wojnie zakłądy rządowe poczęły wyrabiać również prochy myśliwskie i mat. wyb. górnicze. Z początku wojny 1914 r. istniało 10 fabryk prochu: dwie wyrabiały piroksylinę dla 5-ciu fabryk prochu bezdymnego; pozostałe 3 wytwarzały melinit i trotyl do nabijania pocisków. Ponadto istniało 3 fabryki do przeróbki siarki i saletry dla wyrobu prochu czarnego. Wydajność dzienna wynosiła pierwotnie 17 tonn prochu bezdymnego i 3 tonny mat. wyb.: pod koniec wojny ilość ta wzrosła do 600 i 900 tonn dziennie.

Największemi zakładami w tej gałęzi przemysłu wojennego były: St. Medard i Angoulême; personel techniczny zarządu i prochowni w 1914 r. wynosił ogółem 463 osoby, w tem 42 inżynierów, poza tem technicy, chemicy i urzędnicy; robotników było 5700. Według planu mob. fabryki prochu miały wyrabiać 24 tonny prochu dziennie, ilość zaś mat. wyb. zapasowych uważana była za wystarczającą. Lecz, jak wiadomo, wojna zmusiła do znacznego zwiększenia produkcji; w samym 1915 r. trzy kolejne programy przewidywały powiększenie o 80-100% za każdym razem. Powstały tedy nowe fabryki. A więc: w Tuluzie uruchomiono we wrześniu 15 r. fabrykę piroksyliny z wydajnością 20 tonn dziennie. W 1916 r. zbudowano fabrykę piroksyliny w Bergerac tak, iż w połowie 17 r. wydajność tego produktu doszła do 300 tonn. Wydajność fabryk prochu, doszła do 180 tonn, lecz należało zbudować nowe fabryki prochu, i powstały one w Tuluzie (na 70 tonn), w Ripot (na 20 tonn), w St. Medard (na 60 tonn) i w Bergerac (na 60 tonn), a zatem produkcja prrchu została podwojona. Materjały wybuchowe wyrabiano z początku wojny w fabr. rządowych w Vong i St. Chamat; fabryka w Eckerd była ewakuowana wobec bliskości frontu. Powyższe zakłady wyrabiały melinit oraz zarekwirowano do jego wyrobu 2 fabryki barwników, własność firm niemieckich. Zamówienia na melinit przekazano też fabrykom prywatnym, a ponadto zbudowano fabryki państwowe w Sorges (na 70 tonn), Bassens (na 40 t.), w Oussel (na 50 tonn). Jako materjał do nabijania pocisków artyl. używano mieszaniny melinitu z dwunitronaftaliną i dwunitrofenolem (wyrobu prywatnego) oraz trotylu. Ten ostatni wyrabiano w fabr. rządowych w Nevilless, Saonne, St. Chamat i Vong, oraz w nowych zakładach w Blancpignon i Angoulême. Wydajność trotylu doszła do 67 tonn dziennie. Ponadto wyrabiano „sznajderyt" (fabryki

w Sevran — Livri, Ripot, Angulême, Tuluzie, St. Chamat i Bassens), w końcu 15 r. dzienna wydajność ich wyniosła 90 t., w końcu 16 r. — ponad 150 tonn.

Pomimo takich wysiłków brakło mat. wyb., należało uzupełnić je słabszemi materjałami opartemi na związkach chloranowych (chloratory i perchloraty) — które wyrabiano w Vong, w prywatnym zakładzie „Szeddyt" oraz w fabr. Castres; ta wytwórczość dochodziła w końcu 16 r. do 175 t. dziennie.

Ogółem w czasie wojny zakłady państwowe przerobiły przeszło 1.000.000 t. prochu i materjałów wybuchowych. Niektóre z fabryk wymienionych wyrabiały też gazy bojowe, a zwłaszcza iperyt (w Angoulême).

Po wojnie większość fabryk prochu przeszła na inną wytwórczość (mat. wyb. handlowe), pozostawiając swe instalacje i możność powrotu do produkcji wojennej, inne przekazano firmom prywatnym na wyrób produktów chemicznych (sztuczny jedwab, barwniki it.p.), kilka fabryk są w stanie konserwacji, pozostałe zaś zlikwidowano zupełnie. Obecnie pozostały 2 fabryki piroksyliny, 6 fabryk prochu (proch czarny, nitroglicerynowy i nitrocelulozowy, oraz myśliwski) i 3 fabryki materjałów wybuchowych, które również wyrabiają materjały wybuchowe górnicze (w 1927 r. — wykonano ich 14.700 tonn), materjałów wybuchowych wojskowych wykonano 10.000 tonn rocznie.

Wartość produkcji materjałów wybuchowych i prochów w 1927 r, wynosiła 130 milj. fr. w tem za 48 milj. zamówień wojskowych. W budżecie 1928 r. — 44 milj. fr. przeznaczone były na koszty mobilizacji materjałów wybuchowych i na budowę nowej wytwórni prochu w Gièvre.

W 1918 r. wytwórczość miesięczna wyniosła 15.000 tonn prochu bezdymnego i 23.000 tonn materjałów wybuchowych; ulepszenia i rozwój powojenny mogą podnieść tę wytwórczość o 15—20%, czyniąc ją samowystarczalną.

Wytwórnie artyleryjskie (wyrób broni i amunicji). W 1914 r. było 14 wytwórni tego rodzaju: 3 karabinowe, 4 działowe, reszta to wyrób naboi, ładunków i zapalników; zakładów elaborycyjnych nie było, warsztaty elaboracyjne znajdowały się przy 4-ch wytwórniach i przy Ljońskim parku artyl, Robotników zajętych było wówczas 18.000. W czasie wojny wybudowano największą francuską

wytwórnię dział w Roanne oraz wytwórnię zapalników w Caen i zakłady elaboracyjne w Montluçon, Moulins, Venicier.

Specjalnie rozwinęły się państwowe wytwórnie broni ręcznej i jej amunicji, były to wytwórnie w St. Etienne, Chatellerault i Tulle; pierwsza z nich wykonała w czasie wojny 1.500.000 kb. i 40.000 km, (w 1918 r. zajmowała 10.000 robotników, obecnie zajmuje 1.700).

Druga z wymienionych wytwórni wykonała 430.000 kb. (6,500 robotników), po wojnie wyrabia r. k. m. wz. 24 (1.500 robotn.); — wytwórnia ta wykonała w 1890 r. — 400.000 kb. wz. 91 dla przezbrojenia wojska rosyjskiego. Trzecia z wytwórni powyższych dawała zajęcie 5.000 robotnikom, po wojnie zaś 1000; wykonywa ona kb. i r. k. m. wz, 24.

Wytwórnia St. Etienne wykonywa maski przeciwgazowe (500.000 miesięcznie). Wszystkie 3 powyższe wytwórnie stanowią kadry przemysłu wojennego, wyrabiają sprawdziany, przygotowują instruktorów i specjalistów.

Wyrób dział w czasie wojny odbywał się w wytwórni Bourges, Puteaux i Tarbes; wybudowano też olbrzymią wytwórnię w Roanne dla dział ciężkich. Zakłady w Puteaux wyrabiały armaty polowe 75 mm. oraz armatki 37 mm. dla piechoty, czołgów i samochodów pancernych. Tarbes wyspecjalizował się w wyrobie dział górskich, Bourges wyrabiał wszelkie kalibry do 220 mm. włącznie. Ponadto wytwórnie te dostarczały przodków jaszczy i naboi artyl. i małokalibrowych; ilości robotników w powyższych 3-ch wytwórniach wynosiły w 1918 r.—8.300, 6.370 i 13.000, a w 1928 r,—1.300, 900 i 1.700. Wytwórnie w Rennes, Tuluzie, Besançon i Vencin — wyrabiały głównie naboje artyleryjskie, Valence—tylko małokalibrowe; zapalniki i zapłonniki wykonywano w Bourges i Cannes (tylko w czasie wojny).

Wszystkie zakłady artyl. rządowe w ilości 20 zajmowały 1913 r. — 16.600 robotników, w 1918 — 156.340, w 1928 r, (14 zakładów) — 16.930, a zatem w czasie pokoju wydajność spadła do 10 — 15% wojennej wytwórczości, co obciąża nieprodukcyjnie budżet, stąd powstają projekty racjonalizacji i samowystarczalności tych przedsiębiorstw.

Następny rozdział poświęcony jest wyszczególnieniu wytwórni okrętowych, które również wyrabiały działa morskie. W zakresie budowy okrętów wojennych 40% przypada na zakłady rządowe, których ilość w 1914 r. wynosiła 9, Ilość robotników w 1918 r. wynosiła 65.000, po wojnie spadła do 25.000, lecz od 1927 r. znowu

wzrasta. Najważniejsze arsenały morskie są to: Tulon, Cherbourg, Brest, Lorient. Największe działa morskie (370 i 400 mm.) wyrabiano w arsenale w Ruell. Urządzenia arsenałów rządowych są przestarzałe i wielkich jednostek nowoczesnych one nie wyrabiają.

Ogólem 33 zakłady rządowe uzbrojenia zatrudniały w 1928 r.— 47.000 robotników (w czasie wojny ilość ta wzrosła 6-cio krotnie).

Przemysł wojenny prywatny. Przed wojną było kilka większych zakładów wyrobu broni, produkujących głównie działa najcięższe artyl. morskiej i nadbrzeżnej dla kraju oraz działa polowe — przeważnie dla zagranicy. Były to np. rozwinięte szeroko zakłady Schneidra w Creusot oraz Homecourt w St. Chamond, wykonywające zamówienia dla Rosji, Turcji, Bułgarji, Serbji, Hiszpanji, Argentyny i innych, i które właśnie dzięki tym zamówieniom mogły zdobyć się na doskonałe instalacje i wytworzyć, kadry specjalistów doświadczonych.

Przemysł prywatny brał wielki udział w wytwórczości okrętów i samolotów, dobrze znaną była też wytwórnia k. m. Hotchkissa pod Paryżem.

W czasie wielkiej wojny na jej potrzeby pracowało 20.000 przedsiębiorstw z 2.500.000 robotników. Po wojnie prawie wszystkie powróciły do wyrobów czasu pokojowego, lecz w większości wypadków zachowały możliwość udziału w mobilizacji przemysłu na wypadek wojny. Część tych zakładów zajęta jest i obecnie przemysłem wojennym w całości (Hotchkiss, Lewis, Zakłady lotnicze) lub w połączeniu z ciężkim przemysłem cywilnym (Schneider, St. Chamond), inne otrzymują od czasu do czasu zamówienia wojskowe.

Następny rozdział poświęcony jest przemysłowi lotniczemu (zamówienia roczne sięgają liczby około 3.000 samolotów; sprawność zaś wytwórni obliczona jest na 5.000 miesięcznie).

Wyrób dział. Szereg stalowni dostosowany jest do wyrobu stali działowej, do odkuwania bloków na lufy i do walcowania płyt na łoża. Zakłady metalurgiczne artylerji mieszczą się głównie w Dep. Loary; poza kilkunastu mniejszemi zakładami tego rodzaju, mieszczącemi się w środkowych i północnych departamentach Francji, których jakie 30% produkcji idzie na potrzeby wojska, specjalnie odznaczają się wytwórnie światowej sławy, jakiemi są zakłady Schneidra i zakłady w St. Chamond; wyrabiają one wszelkiego rodzaju i kalibru działa i ich amunicję; poczynając od przeróbki surowca—aż do prób na poligonach doświadczalnych. Będąc zakładami tego rodzaju największemi obecnie na świecie, dostarczają

one sprzęt artyleryjski nie tylko wojsku i flocie własnym, lecz i całemu szeregowi państw innych, jak np. Rumunji, Polsce, Hiszpanji, Grecji, Turcji, Jugosławji, Japonji, Argentynie, Brazylji i t. d.

Zakłady Homecourt w St. Chamond są niejako zakładami półrządowemi pod kierunkiem Min. Wojny; w czasie wojny wyrób miesięczny amunicji przedstawiał się liczbami następującemi; 4 miljony zapalników, 6000 poc. lekkich i 150.000 poc. ciężkich. Zakłady te związane są z zakładami morza Śródziemnego (ciężkie czołgi) oraz z firmą Delonè—Bellville (kb., am. małokal., czołgi), a także pozostają w pewnej łączności w zakł. Schneidra. Obecnie zajmują one 10.000 robotników.

Zakłady f. Schneider rozmieszczone są w kilku miejscowościach Francji; główne działy znajdują się w okolicy Creusot (240 klm. na płd-wschód od Paryża); są to: stalownie i wielkie piece w Creusot (bloki stalowe do 100 tonn), wytw. Le Breuil (działa ciężkie i pociski), odlewnia żelaza i stopów kolorowych w Henri-Paul. Zakłady te wyrabiają również parowozy, turbiny, silniki spalinowe, sprężarki i t. p. Druga część zakładów Schneidra mieści się pod Hawrem w Harfleur i Hoc (wyrób dział polowych, czołgów, ciągników, samochodów). Ponadto zakłady w Londe-le Maures wyrabiają miny i torpedy morskie, zakł. w Bordeaux — łuski nabojowe, stocznie w Chalon s. Sâone — okręty, łodzie podwodne oraz dźwigi i łoża działowe. Poza tem różne przedsiębiorstwa związane są finansowo z Zakł. Schneidra, jak np. wytw. dział i maszyn „Somua" (w czasie wojny wyrabiała działa 75 mm i 155 mm — w czasie pokoju wytwarza czołgi i obrabiarki); zakł. optyczne w Paryżu i inne.

W niewielkim zakresie wyrobem działek piechoty zajmują się też wytw. Batignolles i Hotchkiss.

Wyrób broni małokalibrowej. Główną rolę grają tu zakłady Hotchkissa wyrabiające broń samoczynną i samochody; posiadają one 2 wytwórnie we Francji: Levallois-Perrin i St. Denis i 1 w Anglji; zajmują we Francji 4600 robotników, przeciętna produkcja miesięczna wynosi 500 c. k. m. i 1500 r. k. m.; zakłady Hotchkissa posiadają dużo zamówień zagranicznych (Turcja, Grecja; Hiszpanja, Polska).

Prócz powyższych istnieją we Francji wytwórnie broni: Lewis w St. Denis (r. k. m. i k. m. lotnicze), Darne w St. Etienne (k. m. lotnicze), St. Etienne (r. k. m. syst. Chauchat), Vickers w St, Etienne (k. m. lotnicze). Zakłady prywatne karabinów zwykłych nie

wyrabiają, mogą jednak w razie potrzeby wytwarzać pewne ich części składowe.

Wyrób amunicji. W czasach powojennych bieżący rozchód amunicji działowej i karabinowej pokrywają zakłady rządowe. Wytwórnie prywatne dostarczają nieznacznych ilości am. wielkich kalibrów oraz na zamówienia zagraniczne, które zresztą znacznie się obniżyły, wobec istnienia zapasów oraz utworzenia zagranicą własnych fabryk amunicyjnych. Przemysł prywatny dostarcza natomiast wytw. wojskowym surowce i półfabrykaty. W czasie wojny zmobilizowany przemysł prywatny był głównym dostawcą wojska, niemal wszystkie zakłady mechaniczne brały w tem udział. Np. zakł. Citroën wyrabiały ponad 1 miljon skorup pocisków 75 mm miesięcznie.

Wytwórnie samochodowe nadają się specjalnie do tego celu, ze względu na posiadane prasy.

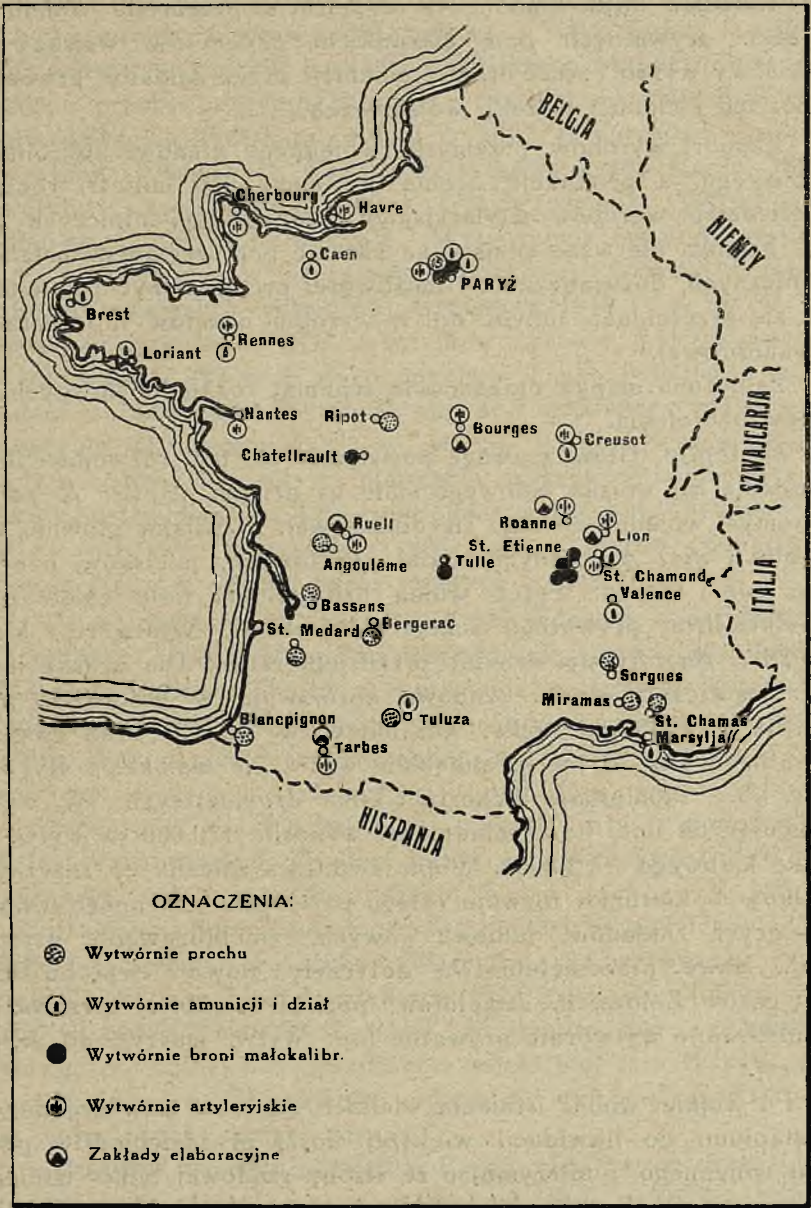
Wyrobu zaś zapalników mogą podjąć się tylko wytwórnie specjalnie do tego przygotowane, jak np. Schneider lub St. Chamond, inne mogą wyrabiać niektóre poszczególne części składowe. (jak np. wytw. rowerów, maszyn do szycia, zegarków).

W wyrobie amun. małokalibrowej w czasie wojny przemysł prywatny prawie nie brał udziału (6% dostaw), obecnie istnieją 4 niewielkie fabryki prywatne, wyrabiające ogółem do 100 milj. nanaboi rocznie. Główny ciężar spoczywa na 5 wytw. rządowych (p. wyżej); w czasie wojny wyrabiały one 175 milj. naboi mies. (Niemcy 250 milj., w St. Zjednoczonych 350 milj.), po wojnie możliwość ich wydajności wzrosła o 25—30%.

Następnie omawia autor wytwórczość prywatną okrętów wojennych, która przewyższa wytw. rządową, jednak ustępuje pod względem technicznym i ilościowym stoczniom innych krajów.

Ogółem biorąc, przemysł wojenny we Francji można ocenić ilością zajętych w nim robotników: przed wojną 100.000, w czasie wojny 2.500.000; po wojnie 115.000; zwiększenie ilości robotników po wojnie w porównaniu z czasem przedwojennym należy przypisać rozwojowi przemysłu lotniczego, oraz zakładów uzbrojenia prywatnych, otrzymujących duże zamówienia zagraniczne. Ponadto Francja jest obecnie pod względem przemysłu wojennego lepiej przygotowana do wojny niż była dawniej; jej plan mobilizacyjny ma się realizować jakoby następującemi etapami:

1) dostawa zapasów mob. na front, 2) rozwój zakładów rządowych i niektórych prywatnych, wykończenie półwyrobów, znajdu-



Rys. 1. FRANCJA.

jących się w składach, 3) rozszerzenie działalności zakładów przez wprowadzenie kilku zmian, 4) organizacja przemysłu wojennego w zakł. prywatnych pod kierunkiem czynników wojskowych, 5) masowy wyrób części broni i amunicji przez zakłady prywatne, odbiór ich i montaż w zakł. wojskowych.

Eksport wyrobów przemysłu wojennego stanowi 20% bilansu handlowego, a produkcję ocenia się sumą 750 milj. fr. rocznie. W dziedzinie wyrobów artyleryjskich i konstrukcyj lotniczych zajmuje Francja pierwsze miejsce na świecie pod względem instalacyj technicznych, doświadczenia i możliwości produkcyjnych; natomiast dała się prześcignąć innym np. w wyrobie okrętów lub amunicji małokalibrowej.

Załączona mapka przedstawia schemat rozkładu głównych zakładów uzbrojenia.

b) *Anglja.* Główną uwagę poświęcało się tam rozwojowi floty, uzbrojenie zaś wojska lądowego stało na drugim planie. A zatem i przemysł wojenny do tego się dostosował, rozwijając głównie wyrób płyt i wież pancernych, dział okrętowych, pocisków pancernych, min i torped. Przed wojną uzbrojeniem floty zajęte były 2 wielkie firmy prywatne: Vickers i Armstrong—Whitworth, które w 1928 r. złączyły się w jedno przedsiębiorstwo. Dla wojska lądowego dostarczały sprzęt: rządowa zbrojownia w Woolwich, prochownia w Waltham, wytw. karabinów w Enfield oraz zakłady prywatne: wytw. kb. w Birmingham, wytw. am. małokal. w Kyrock, wytw. kb. i zapalników Vickersa i kilka drobniejszych. W wytw. obsługujących flotę ilość robotników wynosiła 120.000, w wytw. dla wojska lądowego — 30.000. Wojna światowa zmusiła do znacznych wysiłków w kierunku rozwoju całego przemysłu wojennego (rozwój istniejących zakładów, budowa nowych, zmobilizowanie prywatnych). Nowe przedsiębiorstwa dotyczyły głównie wyrobu mat. wyb., gazów bojowych, samolotów; pociski wyrabiały przeważnie zmobilizowane wytwórnie prywatne (np. wytw. maszyn do szycia Singera).

Po wojnie, wobec istnienia wielkich zapasów mat. wojennych, przystąpiono do likwidacji większej ilości przedsiębiorstw przemysłu wojennego, podtrzymując ze strony rządowej tylko istnienie koniecznie potrzebnych. W każdym jednak razie rozległość przemysłu wojennego obecnie przewyższa działalność tegoż przedwojenną, a nowe placówki tego przemysłu powstały nawet w kolonjach.

Przemysł wojenny rządowy powstał dopiero właściwie w czasie wojny, pod nazwą wytwórni „narodowych"; z większych były to: wytw. prochu Gretna pod Longtown — jako jedna z największych wytw. tego rodzaju na świecie, obliczona na roczną produkcję 39.000 t. prochu bezdymn. (kordyt) i 10.000 t. fosgenu; ilość robotników dosięgała 25.000; po wojnie w 1921 r. sprzedano ją firmie prywatnej. Wytw. mat. wyb. w Quinsferry (wyrób fenolu, toluolu, i trotylu) — wydajność 25.000 t. trotylu rocznie. Wytw. trotylu Oldburry — 2000 t. miesięcznie. Wytw. pocisków artyl. w Cardonald i elaboracyjna w Georgtown (w Szkocji). Ponadto zbudowano około 40 mniejszych wytwórni. Ogółem w 1918 r. w wytw. narodowych pracowało 260.000 robotników; prawie połowa pocisków z ogólnej ilości 217 milj. wykonanych w Anglji, była nabijana w zakładach narodowych. Wyrób skorup poc. podzielony był pomiędzy wytwórnie jak następuje: 28% — wielkie firmy prywatne, 35%—zakłady narodowe i komitety miejscowe łączące zmobilizowane wojenne przedsiębiorstwa, 12%—zakupiono w Stanach Zjednoczonych, 25% — wykonano w Kanadzie. 40% stali na pociski pochodziło ze Stanów Zjedn. z ogólnej ilości zużytych 6 milj. tonn.

Po wojnie zakłady „narodowe" zlikwidowano, pozostały tylko 3 rządowe przedwojenne wytwórnie, jako kadry mobilizacyjne: Woolwich, Enfield i Waltham; wytwórnie te (artyleryjska, karabinowa i prochowa) podlegają głównemu urzędowi zaopatrzenia art. w Min. Woj. przez biuro generalnego dyrektora wytwórni. Zarządowi zaś wytwórni artyleryjskiej podlegają oprócz zbrojowni i laboratorjum w Woolwich — inspektoraty narodowych zakładów wyrobu amunicji artyl., karab. i elaboracji; a do gł. urzędu zaop. artyl. należy też departament badań naukowych, który ma 5 oddziałów: poligony doświadczalne, materjały wybuchowe, metalurgja, radiologja, balistyka. Wszystkie 3 wytwórnie rządowe mieszczą się w pobliżu Londynu; w 1924/25 r. wykonały one sprzętu uzbr. za blisko 3.600.000 ft. szterl., co stanowi pod względem wydajności normalnej 30%, robotników zajęte jest tam 12.000.

Ministerstwu Morskiemu podlega 11 wytw. okrętów i po jednej wytw. prochu, dział i torped.

Przemysł wojenny prywatny. Przedwojną *wyrób dział* (głównie morskich) znajdował się w rękach wielkich zakładów Vickersa w Sheffield oraz Amstronga w Elswick; wyrób sprzętu artyl. wogóle opierał się na metalurgji okręgu Sheffield, Wymienione zakłady, istniejące kilkadziesiąt lat, jednoczą w sobie również różne ga-

łęzie przemysłu cywilnego. Z temi zaś zakładami miały łączność wytw. w Birmingham, w Kynock oraz wytw. prochu Nobel w Erdear (Szkocja); ta ostatnia dostarczała w czasie wojny piroksylinę, kordyt i balistyt; obecnie wyrabia mat. wyb. górnicze; firma ta posiada również kilka innych wytw. materjałów wybuchowych.

Wyrób amunicji małokalibrowej odbywa się w wytw. Nobel, Vickers, Remington i Kynock (największej z nich).

W czasie wojny najwyższa wydajność miesięczna naboi kb. dosięgła 250 milj. sztuk; ogółem w czasie wojny wykonano 7.760 milj. tych. naboi.

Wyrobem pocisków (skorup) *artyleryjs.* zajmowało się dużo wytwórni z ogólną ilością 1 miljona robotników, po wojnie zajmują się tym wyrobem zakłady Vickers—Amstronga i Beardmore w Glasgow oraz Headfield (głównie wielkie kalibry morskie do 18").

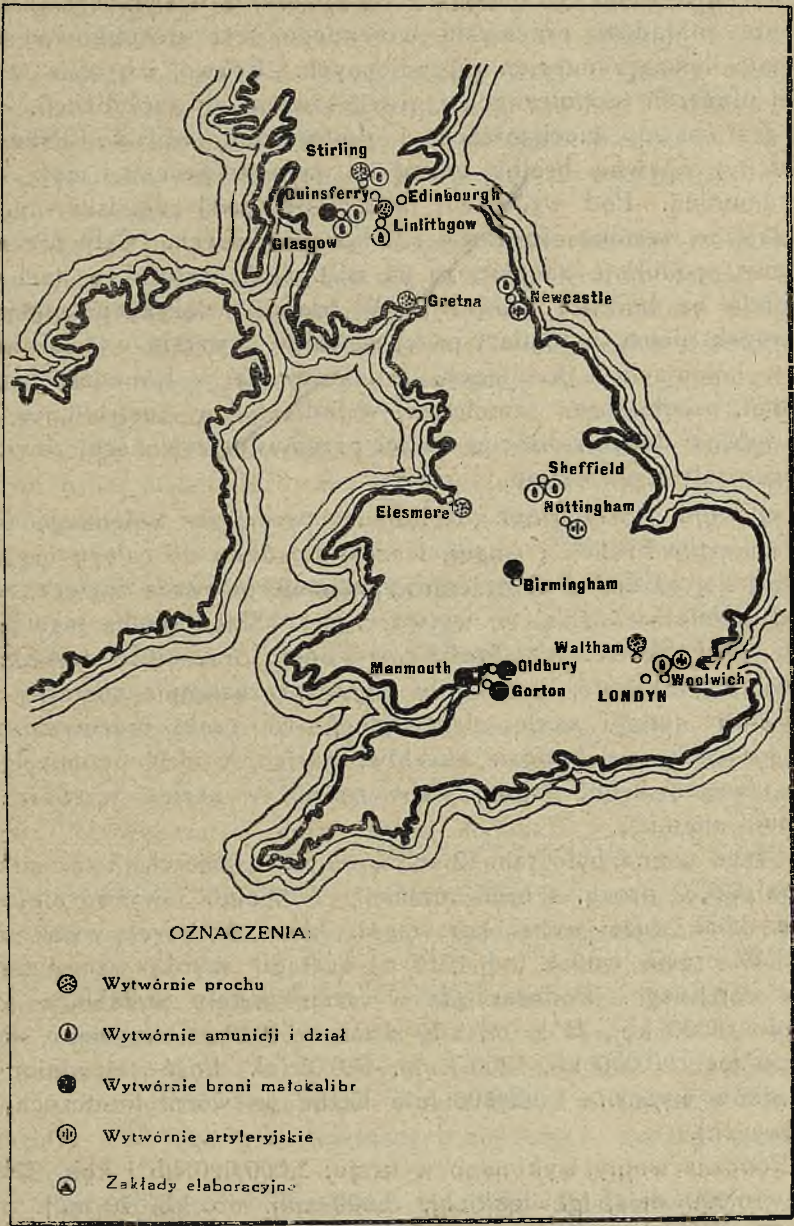
Zapalniki artyl. wyrabiały zakłady Nobel, Vickers i Armstrong, zbrojownia Woolwich i wytw. Singera.

Broń małokalibrowa: karabiny Vickersa (Kreisford i Erith) i w zakł. Birmingham. Ogólna miesięczna wydajność karabinów nie przekraczała 100.000 sztuk, resztę sprowadzono z Ameryki. (w Anglji wykonano 3.854.000 sztuk, w Ameryce 1.200.000 sztuk). Kar. masz. (ciężkie i ręczne) wytwarzały powyższe zakłady oraz fabryka Hotchkissa w Coventry (filja zakł. francuskich); po wojnie zaś nowe modele tej broni wyrabia fabryka Beardmore. W czasie wojny produkcja dochodziła do 6000 ckm i tyleż r. k. m. miesięcznie.

Działa wszelkich kalibrów wykonują głównie 2 połączone firmy Vickers—Armstrong, oraz w mniejszym zakresie Headfield i Beardmore (posiadają one również własne stalownie i kuźnie), fabryka Vickers posiada też fabrykę optyczną. Zakłady Vickersa wykonały w czasie wojny 9000 różnych dział; miesięczna produkcja dział dochodziła ogółem w 1918 r. do 500 armat lekkich i 200 haubic 6", co odpowiadało mniej więcej wydajność Francji, lecz pozostało w tyle za wydajnością Niemiec (3000 dział miesięcznie). W następnych rozdziałach podany jest rozwój przemysłu lotniczego i okrętowego.

Załączona mapka Anglji przedstawia schemat rozkładu głównych zakładów uzbrojenia.

Z ogólnej charakterystyki przemysłu wojennego Anglji wynika, że podstawą jego służą potężne zakłady marynarki (analogją z Japonją i Stanami Zjednoczonemi), poza tem kilka prywatnych wiel-


Stirling
Quinsferry
Edinbourgh
Linlithgow
Glasgow
Gretna
Newcastle
Sheffield
Nottingham
Elesmere
Birmingham
Waltham
Manmouth
Oldbury
Gorton
Woolwich
LONDYN
OZNACZENIA:
Wytwórnie prochu
Wytwórnie amunicji i dział
Wytwórnie broni małokalibr
Wytwórnie artyleryjskie
Zakłady elaboracyjne

Rys. 2. ANGLJA.

kich, firm zajętych produkcją wojskową i cywilną. Zakłady państwowe są b. nieliczne i mają raczej znaczenie doświadczalne. Obciążenie zakładów przemysłu wojennego jest stosunkowo słabe i z małą ilością zamówień zagranicznych. Rozwoj ich idzie w kierunku ulepszeń technicznych i przygotowania do mobilizacji, dużą rolę gra rozwój mechanizacji i motoryzacji wojska. Przemysł prywatny zapewne brałby udział w wyrobie prochu i mat. wyb. oraz amunicji. Pod względem jakości przemysł angielski wojenny przoduje w wyrobie okrętów i silników lotniczych. Cały przemysł wojenny produkuje rocznie za 35 milj. funt. szterl. (w tem 60% przypada na budowę okrętów). W Irlandji większych zakładów wojennych niema, natomiast na czas wojny powstały wytwórnie takie w kolonjach i dominjach, a mianowicie: w Kanadzie (wytw. amunicji, prochu oraz samolotów) w Indjach i w Australji, co stanowi pewną decentralizację źródeł przemysłu wojennego; zawiązki ich pozostały i po wojnie.

c) *Italja.* Rozmiarami absolutnemi przemysłu wojennego ustępuje znacznie Francji i Anglji, lecz w stosunku do całego przemysłu Italji jej przemysł uzbrojeniowy zajmuje pierwsze miejsce, obejmując wszelkie rodzaje tej wytwórczości. Słabą stroną tego przemysłu jest brak własnych surowców i opału oraz nikłe stosunkowo zamówienia rządowe; brak opału częściowo zastępuje obszerne wykorzystanie energji wodno-elektrycznej, Na czoło przemysłu wojennego wybija się budowa okrętów, następnie idzie przemysł lotniczy i wyrób broni palnej, słaby rozwój wykazuje wytwórczość prochu i amunicji.

Przed wojną było tam 12 wytwórni państwowych (2 am. młkal., 2 zapalniki, 2 proch, 4 broń małokal., 2 działa), 3 wytwórnie prywatne dział, duża wytw. kar. masz. kilka drobnych wytw, mat. wyb. W czasie wojny (od 1915 r.) nastąpił szybki wzrost przemysłu wojennego. Podczas gdy w czasie pokoju wyrabiano miesięcznie 18000 kb., 25 k. m. i 70 dział; w 1918 r. otrzymano ilości następujące: 90.000 kb, 1200 k. m, 540 dział. Ilość zatrudnionych robotników wynosiła 1.300!000 (nie licząc wytwórni lotniczych ani okrętowych).

Podczas wojny wykonano w kraju: 3,000.000 kb i kbk, 37.000 k. m. 16.000 dział (gł. lekkich), 3.600 milj. nb. kb, 70 milj. poc. art., 22 milj. granatów ręcznych i t. d. Import stali pociskowej z Ameryki Półn. wynosił 20.000 t. miesięcznie, poza tem wwożono piroksylinę, surowce i półfabrykaty oraz węgiel i naftę. Po woj-

nie przemysł wojenny przeżył silny kryzys, dopiero polityka faszyzmu podtrzymała ten przemysł z pomocą koncentracji przedsiębiorstw, subsydyj i zamówień rządowych; nastąpił rozwój od 1924 — 1927 r., poczem nowy ogólny kryzys (próby zamówień z Rumunji i Grecji nie doszły do skutku); w 1926/27 r. zakup krajowy sprzętu uzbrojenia dokonany przez Min. S. Wojsk. wyniósł 430 milj. lirów, jednakże obciążenie przemysłu tego jest słabe w stosunku do normalnych możliwości.

Zakłady państwowe mają za sobą kilkowiekową tradycję (np. zbrojownia w Neapolu istnieje od 1600 r.), lecz do połowy XX st. przedstawiały one sobą właściwie kuźnie i warsztaty urządzone dość prymitywnie, ale za to posiadające mistrzowsko wyszkolonych robotników. Reorganizacja państwowych zakładów przemysłu wojennego rozpoczęła się w 1860 r. i do 1914 r. powstało 12 wytwórni; w czasie wojny powstało kilka nowych, zwłaszcza rozwinął się wyrób broni małokalibrowej i jej amunicji, po wojnie wytwórczość szybko została zredukowana. W 1927 powstały: 1 wytw. prochu, 2 am. młkal., 1 zapal. 1 broni małokal., 3 zbrojownie, 1 przyrz. precyzyjnych. Największym zakładem wyrobu dział jest zbrojownia w Turynie (lekkie aż do najcięższych hb. 280 mm.), która produkuje również pociski i zapalniki (200.000 miesięcznie).

W czasie wojny pracowało w powyższym zakładzie 12.000 robotników, po wojnie spadło do 600 (naprawa dział). Zbrojownie w Neapolu i Piacenza w czasie wojny wykonywały działa i ciągniki, obecnie zajmują się jedynie remontem i pracami doświadczalnemi. Największa z wytw. broni małokal. w Terni zatrudniała w czasie wojny 6000 rob. przy wydajności 70.000 kb. miesięcznie, obecnie pracuje tam kilkuset robotników; (w czasie wojny czynna była też wytw. broni w Rzymie o wydajności miesięcznej 50.000 kb). Wytwórnie am. kb. w Bolonji i Capui dostarczają miesięcznie 25 milj. naboi, wyrabiają one również skorupy pocisków i łuski artyl. Jedyna państwowa wytw. prochu w Fontana — Liri starczy na potrzeby pokojowe. W Rzymie istnieje wielki zakład optyczny oraz kadra wytw. zapalników z oddziałami w Capui i Torre-Annunziata. W 1928 r. w powyższych zakładach państw. pracowało 6000 rob.

Nadmieniając o wytwórniach okrętów i sterowców, przechodzi autor do przemysłu prywatnego.

Przemysł wojenny prywatny. O ile zakłady państwowe dominują w wyrobie karabinów, amunicji małokl., zapalników i apar.

precyzyjnych, biorąc też poważny udział w wyrobie dział,—przemysł prywatny gra główną rolę w produkcji pocisków art., dział okrętowych, płyt pancernych, mater. wybuchowych, samolotów i ich silników, czołgów i okrętów wojennych.

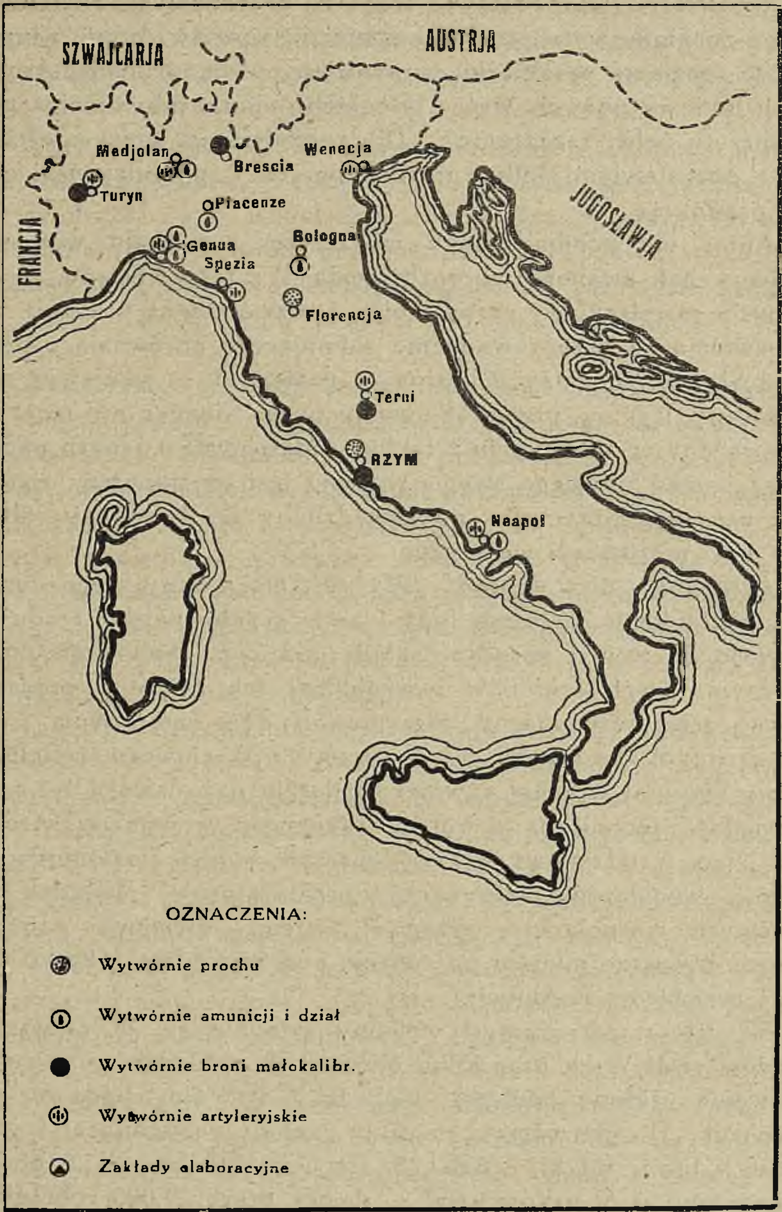
Na wzór Anglji przemysł ten ujęty jest w ramy kilku koncernów wzajemnie ze sobą połączonych, które jednoczą produkcję wojenną z cywilną; w miarę możności otrzymują one poparcie finansowe rządu. Na pierwsze miejsce wysuwają się wielkie zakłady E, Breda i Ansaldo. Pierwsze, znajdujące się w pobliżu Medjolanu, są głównym dostawcą spec. gatunków stali, ponadto wyrabiają parowozy, dynamo, samoloty, obrabiarki, działa ciężkie i pociski, posiadają też własny instytut naukowo-badawczy. Drugie, umieszczone w pobliżu Genui, mają również wielką stalownię oraz odlewnię lekkich stopów; oddział produkcji dział polowych i okrętowych znajduje się w miejscowości San Pier d'Arena. W czasie wojny wykonano tu 10000 luf działowych od 70—381 mm, warsztaty okrętowe firmy wyrabiały też w czasie wojny pociski, jaszcze i przodki.

Trzecią wielką firmą jest t-wo Fiat, którego główną produkcję stanowią samochody, lecz ponadto wyrabiane tam są samoloty, czołgi, ciągniki, sam. pancerne, broń automatyczna, amunicja; główne zakłady mieszczą się koło Turynu.

Duży udział w przemyśle wojennym Italji biorą też firmy oparte na kapitale angielskim, jak Vickers-Terni w Specji, Armstrong w Pozzuoli, wytw. torped Whiteheada w Neapolu i wytw. mat. wyb. Nobla w Carminione. Dwa pierwsze zakłady obsługują przeważnie flotę i wyrabiają działa nadbrzeżne, przeciwlotnicze i przeciwczołgowe (w czasie wojny w obu tych wytwórniach pracowało 11000 rob., po wojnie — spadło do 3500).

Wyrocem prochu i mat. wyb. zajmują się głównie: tow. „Sipe“ i Nobel-Dynamit poza tem proch nitroglicer. wyrabia wytw. Bambrino-Paradi-Delfino (w okolicy Rzymu, 500 t. miesięcznie) i w Carminione; z mat. kruszących wyrabiają trotyl, który w dużych ilościach wywozi się zagranicę.

W obecnej chwili wojennemu przemysłowi włoskiemu brak jest rynków zbytu; a dysproporcja między rozwiniętym przemysłem wojennym, a brakiem ogólnego uprzemysłowienia kraju, utrudnia utrzymanie tego przemysłu na wysokim poziomie; rząd zmuszony był dążyć do demobilizacji przemysłu wojennego, podtrzymując jedynie w większej skali przemysł lotniczy i chemiczny, oparte od-


SZWAJCARJA
AUSTRJA
JUGOSŁAWJA
FRANCJA
Madjolan
Brescia
Wenecja
Turyn
Piacenze
Bologna
Genua
Spezia
Florencja
Terni
RZYM
Neapol
OZNACZENIA:
Wytwórnie prochu
Wytwórnie amunicji i dział
Wytwórnie broni małokalibr.
Wytwórnie artyleryjskie
Zakłady elaboracyjne

Rys. 3. ITALJA.

powiednio na automobilizmie i „białym" węglu, Rozkład ognisk przemysłu wojennego jest strategicznie niedogodny (p. mapkę Italji).

d) Niemcy. Na podstawie traktatu Wersalskiego zlikwidowano tam zupełnie wytw.prochu i amunicji; w wytw. broni usunięto niektóre specjalne obrabiarki; sprawdziany wydano komisji kontrolującej; budowa nowych wytw. jest wzbroniona, jak również przywóz sprzętu uzbr. z zagranicy. Dla zaopatrzenia wojska w czasie pokoju pozostawiono kilka przedsiębiorstw z ograniczoną i określoną produkcją.

Autor nie pomija jednak milczeniem przemysłu wojennego Niemiec i „tak zwanego ich rozbrojenia" *) z tego względu, że stan przemysłu niemieckiego przed wojną i rozwój tegoż w czasie wojny pozwalają na przeprowadzenie zajmującego porównaia z procesami analogicznemi innych krajów, a następnie, — ponieważ znormalizowany legalny przemysł powojennych Niemiec nie może być zlekceważony w porównaniu z takim że przemysłem innych państw, chociaż wobec dawnego swego rozwoju jest on liliputem; zignorowanie zaś tego przemysłu doprowadziloby do fałszywej całkiem oceny jego możliwości wojennych.

Przemysł wojenny przed 1914 rokiem. Rozwój jego opierał się na rozbudowie potężnej floty i na przygotowaniach rządu niemieckiego do wojny, ponadto zakłady krajowe, dzięki zaletom technicznym swych wyrobów i względnej ich taniości, popierane zarówno przez rząd własny, otrzymywały duże zamówienia zagraniczne; rozwój zaś innych gałęźi przemysłu krajowego (metalurgja, budowa maszyn) wpłynął również dodatnio na rozwój i tej gałęzi. Doskonałość techniczną wyrobów przemysłu wojennego zawdzięczają Niemcy udziałowi w tem lepszych swoich inżynierów, techników, wynalazców, uczonych i organizatorów. Wskutek tych pomyślnych warunków — przemysł wojenny niemiecki zajmował wówczas pierwsze miejsce na świecie pod względem jakości instalacyj i rozmiarów produkcji.

W 1914 r. na przemysł wojenny składało się 28 niewielkich zakładów rządowych oraz kilka olbrzymich zakładów prywatnych. Państwowe zakłady podlegały bądz to Min. Wojny, bądz też Min. Marynarki. Do pierwszych należały zakłady następujące: 4 wytw. prochu, 4 broni młkal, 2 dział, 5 artyl.-mechanicznych, 3 nb. kb., 3 zapalników, 3 pocisków artyl, — dające pracę 27.000 robotników. Wyrób okrętów wojennych i torped zajmował 16.000 rob, co razem daje 43.000 rob. (wobec 50.000 we Francji i 75.000 w Anglji).

*) Słowa autora broszury.

Wśród firm prywatnych wyróżniły się wybitnie: zakł. Kruppa w Essen (35.000 rob, roczna produkcja za 60 milj. dol.) i Mausera w Obernsdorfie. Zakłady Kruppa stanowiły wielkie metalurgiczne przedsiębiorstwo, wyspecjalizowane w wyrobie stali, płyt pancernych, dział ciężkich i pocisków pancernych; w wyrobie zaś dział polowych konkurowało z f. Erhardt'a w Düsseldorfie.

Wytw. Mausera zasilała swemi wyrobami (karabiny i pistolety) wiele różnych krajów. Proch wyrabiały wytw. tow. Westfaldzkiego w Treusdorf i tow. Nobel obok Hannoweru; w przemyśle wojennym prywatnym pracowało przypuszczalnie 75.000 rob., co razem z budową okrętów daje 140.000, a ogółem w przemyśle wojennym daje liczbę 180.000 rob. (wobec 100.000 we Francji i 156.000 w Anglji.

Wytwórczość w czasie wojny 1914-18 r. Jak i w innych krajach zużycie zapasów mob. zmusiło do znacznego rozwoju przemysłu istniejącego i do zmobilizowania przemysłu prywatnego (amunicja, mat. wyb., metale), wyrób broni pozostawał w rękach zakładów specjalnych. Od 1916 r. powstał „program Hindenburga", który wymagał podwojenia produkcji amunicji i moździerzy piechoty, oraz potrojenia wyrobu dział i kar. masz.; liczbowo wymagane były miesięcznie następujące ilości sprzętu: 400 dział ciężkich, 3000 dział lekkich, 7000 kar. masz., 250.000 kb., 12.000 tonn prochu (dla 10 milj. poc. art. i 200 milj. nb. kb).

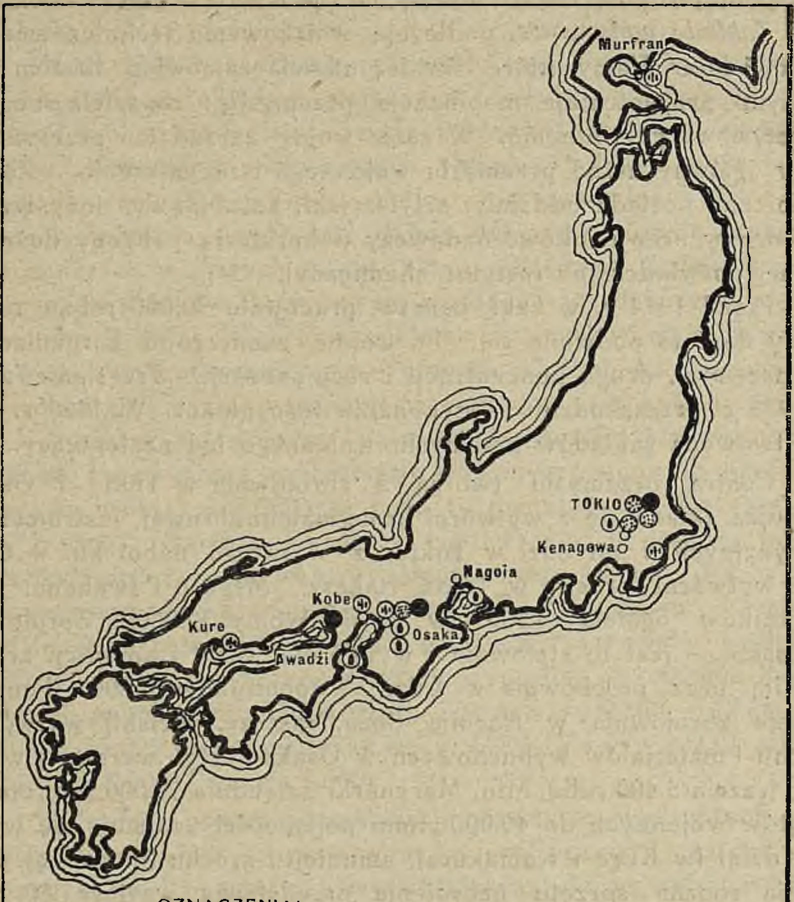
Tak obszerne żądania spowodowały metodę produkcji opartą na decentralizacji, czyli na b. dokładnym i masowym wyrobie części przez różne przedsiębiorstwa, co jednak wobec wysokiego poziomu przemysłu niemieckiego udało się zrealizować, dzięki najszczegółowiej obmyślonej organizacji, jednak ma to tę ujemną stronę, że nie daje możności całkowitego wyzyskania poszczególnych wytwórni. Zakłady państwowe powiększyły ilość swych robotników 5-krotnie (do 206.000), zakłady prywatne zatrudniały dla wojny przeszło 2 miljony ludzi. Wydajność miesięczna pocisków artyl. dochodziła do ilości 12 miljonów. Program Hindenburga został wykonany z nadwyżką, jedynie dział lekkich wykonywano miesięcznie o 500 za mało. W czasie wojny zbudowano 19 nowych wytw. prochu i mat. wyb. oraz kilka wytw. amunicji. We wszystkich zakładach przemysłu wojennego pracowało ponad 3 miljony robotników.

Przemysł powojenny. Po wojnie pozostawiono Niemcom prawo posiadania kilkunastu wytwórni przedmiotów uzbrojenia, a miano-

wicie: 3 wyt. artyl. (Kruppa w Essen — działa okrętowe i forteczne, pociski poniżej 170 mm.; — Reńskie zakłady bud. maszyn w Düsseldorfie; skorupy pocisków w Bochum), 1 wytw. broni małokal. (Simson w Sull).

Zakłady amunicyjne: elaboracja poc. art. — zakłady Westfalskie w Reinsdorf i Hamm, tamże wyrób prochu i mat. wyb.; wyrób trotylu w zakł. Nobla w Schlebusch i Krümmel oraz w wytw. Lignoza w Schenebeck, Tansau (Bawarja) i Troisdorf (Nadrenja), wyrób tetrylu u Nansena w Dembitz, wyrób melinitu w zakł. Haufa w Sztutgardzie; wyrób zapalników i zapłonników — w Semmerd (Nadrenja), wyrób łusek i naboi kb. w zakł. Polte w Magdeburgu; wyrób spłonek — wytw. Dreisa w Semmerd, wyrób torped — w Berlinie, moździerze piechoty i wozy — Dixi w Eisenach (wytw. samochodów), maski przeciwgazowe — Amer w Berlinie, broń biała — Weiersberg w Solingen, przybory optyczne — Zeiss w Wiedniu; reflektory — Simens i Schuckert w Berlinie i Norymberdze; sygnalizacja podwodna f. Signal w Kiel; radjostacje — Telefunken oraz telefony polowe — Lorenz w Berlinie; kable — Felten i Guillhomme; hełmy w Thal. Budowa okrętów wojennych pozostaje w Kiel i Wilhelmshafen. Wreszcie dozwolono nawet na wyrób fosgenu (do 9 tonn dziennie) — w wytwórniach: Badeńskiej anilinowej, w wytw. Heidena w Radebein oraz Baiera w Lewerkusen. Rocznie jawna produkcja przemysłu wojennego sięga wartości 100 milj. marek. Ponadto istnieje 10 wielkich wytw. samolów jakoby handlowego typu. Utrzymując powyższe centra doświadczalne przygotowania specjalistów, Niemcy są w możności szybko, w razie potrzeby, rozwinąć swój przemysł wojenny do b. wielkich rozmiarów.

e) Japonja. Główne znaczenie mają zakłady wytwarzające sprzęt wojenny dla floty; przemysł wojenny lądowy rozwinął się w czasie wojny światowej ze względu na zaopatrzenie zagranicy jak np. Rosji. Przemysł przedwojenny był wyłącznie w rękach rządu, w czasie wojny światowej i po niej stworzył się również przemysł prywatny. Podstawę przemysłu wojennego stanowiła rozwinięta wytwórczość budowy okrętów handlowych, przemysł zaś metalowy i chemiczny wystarczają do zaopatrzenia wojsk własnemi produktami pewne braki odczuwa się w krajowych surowcach (węgiel, żelazo, metale kolorowe, drewno i inne), brak również wykwalifikowanych specjalistów w niektórych gałęziach przemysłu i tych



Rys. 4. JAPONJA.

muszą sprowadzać z zagranicy. Pomimo wszystko przemysł wojenny Japonji jest potężnie rozwinięty, lecz przeważnie okryty tajemnicą.

Zakłady państwowe, podlegają wojskowemu technicznemu zarządowi Min. Wojny, które również udziela zamówień firmom prywatnym, przygotowuje mobilizację przemysłu i rozdziela subsydja przemysłowi prywatnemu. W razie wojny zarząd ten przekształca się w „główny urząd przemysłu wojennego i zaopatrzenia". Zarząd techniczny posiada oddziały: artyleryjski, karabinowy, inżynieryjny i taborowy oraz naukowo-badawczy (laboratorja, poligony doświadczalne, doświadczalny instytut chemiczny).

Przed 1914 r. w zakł. państw. pracowało 30.000 rob.,w czasie wojny ilość ta podwoiła się. Po wojnie zamierzono zorganizować ten przemysł, drogą koncentracji i racjonalizacji. Trzęsienie ziemi w 1923 r. przeszkodziło w wykonaniu tego planu. W 1929 r. stan państwowych zakładów przemysłu wojennego był następujący:

Centra przemysłu tworzą 2 zbrojownie w Tokio i Osaka. Pierwsza składa się z wytwórni broni małokalibrowej, instrumentów precyzyjnych i narzędzi w Tokio, z wytwórni naboi kb. w Odżi, oraz wytwórni prochu w Tokio, Itabaszi, Meguro i Iwabana; ilość robotników ogółem 3.500 (w czasie wojny 30.000). Zbrojownia w Osaka — jest to stalownia i wytwórnia dział i amunicji artyleryjskiej oraz prochownia w Udżi, — robotników 4.000. Ponadto istnieje zbrojownia w Nagoija (łoża, jaszcze, pociski), wytwórnia prochu i materjałów wybuchowych w Osaka i artyl. warsztaty w Kokura (razem 5.400 rob.). Min. Marynarki zatrudnia 50.000 rob.; oprócz okrętów wojennych do 40.000 tonn pojemności, zajmuje się wyrobem dział (w Kure i Kamakura), amunicji i prochu (p. mapkę). Produkcja roczna sprzętu uzbrojenia przedstawia wartośc 50 milj. dolarów.

Zakłady prywatne zajęte są głównie budową okrętów (40.000 rob.) i samolotów; działa budują się w wytw. tow. Kawasaki w Kobe i wytw. ang. Armstronga w Muroran. Broń małokalibrową wyrabiają tow. Kawasaki i Kasakusko w Osaka; amunicję wszelkiego rodzaju — wytw. Micubiszi i Kawasaki. Produkcja roczna wartości 35 milj. dolarów.

Ogółem przemysł wojenny daje zajęcie 150.000 robotników.

f) *Stany Zjednoczone Am. Półn.* Rozwój przemysłu wojennego postępował tam etapami: długi powolny rozwój przed wojną światową, szybki rozwój w 1914—16 r. spowodowany olbrzymiemi zamówieniami Anglji, Francji, Rosji; bardzo intensywna rozbudowa

w czasie udziału Stanów w wojnie (od kwietnia 1917 r. do listopada 1918 r.); zwijanie przemysłu po demobilizacji oraz stan pokojowy ustalony.

Przed 1914 r. zadaniem przemysłu było: bieżące zaopatrzenie wojska, budowa okrętów wojennych i ich uzbrojenia. W 1915 r. nastąpił skok: rozwój istniejących zakładów, budowa nowych zakładów uzbrojenia i pomocniczych. Suma zamówień zagranicznych osiągnęła wartość 6 miljonów dolarów. Przystąpienie St. Zjednoczonych do wojny wywołało dalszy olbrzymi rozwój przemysłu, w rozmiarach większych nawet niż w Europie. Dzięki istnieniu olbrzymich środków finansowych, mnóstwa rąk roboczych, materjałów budowlanych i dzięki rozwiniętemu przemysłowi maszynowemu— celowem było budowanie raczej nowych specjalnych zakładów niż przeróbka przemysłu cywilnego na wojenny, tembardziej że przemysł prywatny był wówczas mało giętki (wyroby masowe, standaryzacja). Przed wojną w przemyśle wojennym pracowało 40.000 rob. w czasie wojny — 5.000.000 rob., co dostatecznie charakteryzuje jego rozwój. Wartość wyrobów tego przemysłu (oprócz budowy okrętów) przez czas wojny dosięgała sumy 12 milj. dol., z czego połowa przypada na amunicję i materjały wybuchowe. Miesięczna wydajność prześcignęła w wielu gałęziach przemysłu wyniki największych mocarstw europejskich, bo wynosiła: kb. 300.000 (Niemcy 250.000); naboi — 360 milj. (Anglja 270 milj.); prochu — 12,000 tonn (Francja 15.000 tonn), luf działowych 2.000 (Niemcy 2.500), silników lotniczych 5.000 (Francja 3.000).

Po wojnie, pomimo demobizacji przemysłu, wiele z tych przedsiębiorstw zostało zakonserwowane i w porównaniu z czasem przedwojennym ilość pozostałych wytwórni znacznie wzrosła (co głównie dotyczy przemysłu lotniczego).

Zakłady państwowe — podzielone są organizacyjnie na 3-y działy: 8 zakładów podlega Min. Wojny, 15 zakładów Min. Marynarki, szereg zakładów chemicznych — chemicznemu zarządowi Min. Wojny.

Wydział wytwórczy Dep. Uzbrojenia zarządza pracą zakładów artyleryjskich, które składają się z 3-grup: wyrób sprzętu artyl., wyrób amunicji i wyrób broni małokalibrowej. Do pierwszej grupy należą zbrojownie Watertown, Watervliet i Rock-Island; do drugiej— zbrojownia Picatinny i 2 wytwórnie azotowe; do trzeciej — zbrojownia Frankford i Springfield. Zbrojownie powyższe istnieją około 80 lat, lecz w czasie wojny zostały rozszerzone wielokrotnie, bo

wydano na nie po 20—30 milj. dol. Ścisła specjalizacja wyrobów w zbrojowniach nie jest przestrzegana, bo np. zbrojownia Frankford wyrabia zarówno amunicję małokalibr., jak przybory optyczne i celownicze (przyrządy centralne plotn., aparaty podsłuchowe), zapalniki, pociski art.; zbrojownia Springfield — wyrabia karabiny ręczne i maszynowe; zbr. Picatinny — proch, mat. wyb. i elaboracja poc. art.; zbr. Watervliet — działa ciężkie (morskie, nadbrzeżne, kolejowe); zbr. Rock-Island — czołgi, ciągniki, łoża, art. motorową, oraz broń małokalibrową; wreszcie zbr. Watertown — działa polowe i pociski artyl. W czasie pokoju wyrabiają one modele próbne i przygotowują się do wyrobu masowego nowych typów sprzętu. Budżet roczny zbrojowni wszystkich w 1927 r. wynosił 4,5 milj. dol. Od 1928 r. rozpoczęto 10-letni program produkcji zapasów mob. (roczny zapas na 1 milj. ludzi), na co przeznaczono na razie 30 milj. dol. Jednem z głównych zadań zbrojowni jest przygotowanie mobilizacji przemysłu (rysunki szczegółowe, specyfikacje, metody wyrobu, sprawdziany, instrukcje i t. p.) oraz szkolenie specjalistów.

Zakłady chemiczne tworzą zbrojownię Edgwood, zbudowaną w 1917 r. celem wyrobu gazów bojowych (posiada poligon doświadczalny obszaru 3.000 ha w pobliżu Aberdeen) — mianowicie: chloropikryny, fosgenu, iperytu. Zbrojowni tej podlegały ponadto 4 wytw. państwowe i 5 prywatnych rozrzuconych po kraju. Omawiana zbrojownia przedstawia sobą największe na świecie centrum produkcji wojenno-chemicznej. W końcu wojny wydajność miesięczna zbrojowni była następująca:

a) 1 milj. poc. chemicznych (4.000 t. gaz. trujących), b) 2.000 t. fosgenu, c) 1.000 t. chloropikryny, d) 3.000 t. iperytu, e) 3.000 t. chloru. Razem daje to miesięczny wyrób 13.000 t. gazów trujących (w czasie wojny Francja wytworzyła 49,000 t.). Obecnie zbrojownia powyższa zajęta jest pracami doświadczalnemi w tym zakresie.

Min. Marynarki posiada 9 wytw. okrętów, 1 wytw, samolotów, 2 wytwórnie dział (Washington i Dayton), 1 wytw. prochu i 1 wytw. płyt pancernych. Zakłady państwowe wogóle zatrudniają obecnie 45.000 rob., przy produkcji rocznej za 30 milj. dol., obciążenie ich w czasie pokoju jest nieznaczne (około 10% wydajności możliwej).

Przemysł prywatny zajęty jest głównie budową okrętów wojennych, samolotów (na razie przeważnie pasażerskich i sportowych oraz do 1000 szt. rocznie wojskowych). Działa wyrabiają zakłady Bethlehem Steel Co oraz Driggs i Shirman. W czasie wojny lufy

działowe wyrabiało 10 zakładów metalurgicznych (miesięcznie razem: lekkich dział 2000, ciężkich pol. — 600, najcięższych — 300), obróbką mechaniczną luf zajęte było 8 wytwórni; łoża wyrabiały też zakłady prywatne, lecz napotykały na duże trudności przy wyrobie oporników. Ogółem w przemyśle uzbrojenia zajęte jest obecnie tylko do 20.000 rob. (w całym przemyśle wojennym — 80.000 rob.).

B. Przemysł wojenny sąsiadów Rosji oraz Czechosłowacji.

W rozdziale tym mowa jest o Polsce*), Rumunji i Czechosłowacji. Państwa mniejsze nie posiadają prawie floty wojennej, a pobudkami do rozwoju w nich przemysłu wojennego są: dążenia do samowystarczalności, tak w czasie pokojowym, jak w razie wojny, stosunkowo słabo rozwinięty przemysł cywilny, dążenia do dochodowego eksportu (Czechosłowacja, Belgja, Szwecja).

Mówiąc o *Polsce* autor akcentuje, że po wojnie musiano rozpoczynać z niczego, co jednak miało tę dobrą stronę, że pozwoliło na planową twórczość i takiż rozwój przemysłu wojennego. W rozwoju polskiego przemysłu autor rozróżnia 3 okresy:

1) od 1919 — 1922 r., tworzenie przemysłu wojennego, opartego na urządzeniach fabryk niemieckich i austrjackich;

2) od 1923 — 1927 r. tworzenie planowe nowych wytwórni państwowych i poparcie rozwoju wytw. prywatnych;

3) od 1927 r. — organizacja przemysłu wojennego w wytw. prywatnych (t. zw. militaryzacja przemysłu).

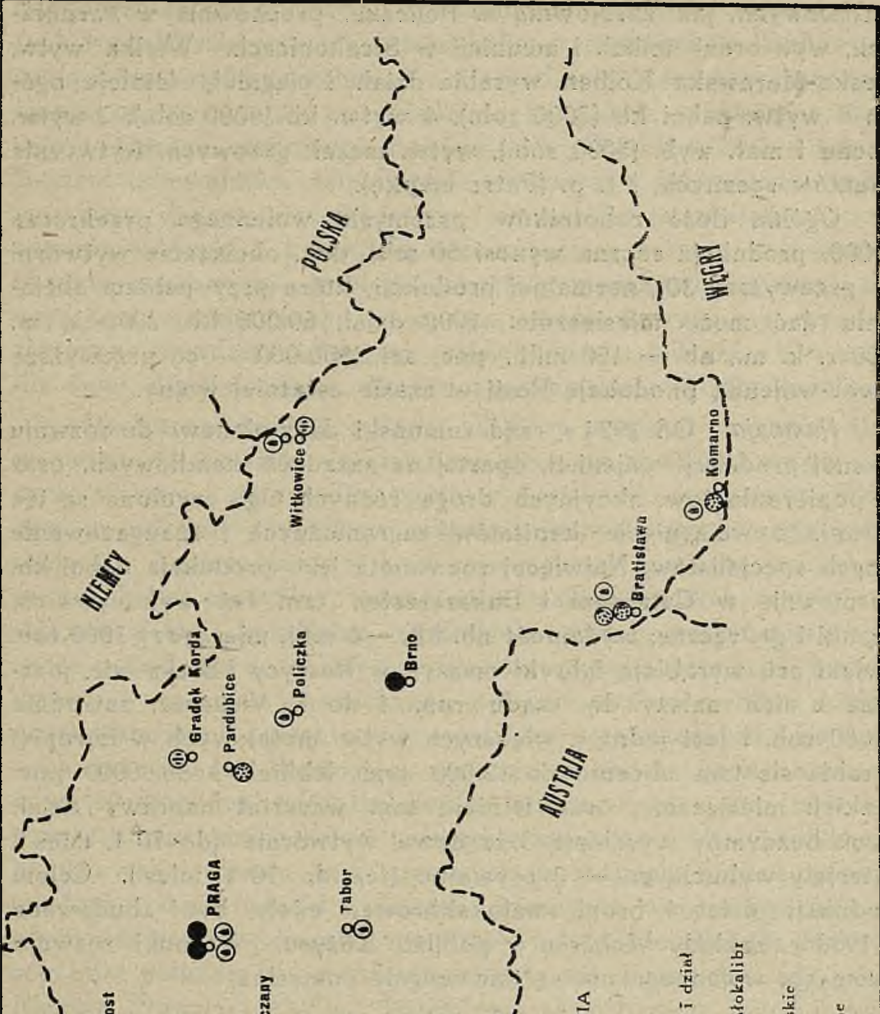
Organizacyjnie dzieli autor nasze przedsiębiorstwa wojenne na 6 grup: 1) Warsztaty rządowe, 2) Państwowe wytwórnie uzbrojenia, 3) Przedsiębiorstwa samowystarczalne, 4) Akcyjne towarzystwa z udziałem państwa, 5) Wytwórnie prywatne zajęte wyłącznie produkcją wojskowych przedmiotów, 6) Wytwórnie i warsztaty prywatne, częściowo zajęte wyrobami przedmiotów wojskowych. Ilość ogólną robotników ocenia na 45000, a wartość roczną tej produkcji na 35 milj. dol. Następnie autor mówi o organizacji kierownictwa przemysłu wojennego, o wartości finansowej różnych wytwórni i o rozmiarach produkcji, poczem przechodzi do szczegółowego omawiania różnych gałęzi przemysłu wojennego, a więc:

---

*) Autor pomija zupełnie Rosję sowiecką z łatwo zrozumiałych powodów, natomiast obszernie rozwodzi się o przemyśle wojennym Polski na 12 stronach z podaniem mapki rozkładu wytwórni tego przemysłu.

wytw. prochu i mat. wyb. (Zagożdżon, Nitrat, Sochaczew, Lignoza), naboje kb (Skarżysko, Ostrowiec, Pocisk, Norblin), pociski artyl. (Skarżysko, Pocisk, Starachowice, Modrzejów, Zawiercie, Ostrowiec, Łódź), zapalniki (Pocisk, Skarżysko, Starachowice, Ostrowiec, Paschalski, Granat), karabiny i kar. masz. (Warszawa, Radom), działa (Starachowice, Ostrowiec), samoloty (Lublin, Poznań, Biała Podlaska, Warszawa), silniki lotnicze (Okęcie, Avia), czołgi (Warszawa), maski gazowe (Radom, Kraków, Lwów), granaty ręczne (szereg zakładów mechanicznych), ciągniki (Ursus). Autor wykazuje duże zasługi Rządu polskiego, który w ciągu 10 lat stworzył dość silny przemysł wojenny, zdolny w razie mobilizacji do dalszego rozwoju, a który to przemysł w czasie pokoju pokrywa własne zapotrzebowania i nawet pracuje na eksport.

Czechosłowacja — otrzymała w spadku po Austrji wysoko postawiony przemysł wojenny, na jej bowiem terenie mieściło się do 75% zakładów przemysłu wojennego byłego cesarstwa. W czasie wojny przemysł ten wzrósł kilkakrotnie, a zatem po uzyskaniu niepodległości Czechosłowacja zmuszona była do poszukiwania zewnętrznych rynków zbytu, co wyzyskała z korzyścią dla siebie, zawdzięczając też likwidacji przemysłu wojennego Niemiec oraz wysokiemu poziomowi swego przemysłu. Czechosłowacja dostarcza przedmioty uzbrojenia Rumunji, Polsce, Turcji, krajom Bałkańskim, Hiszpanji, Szwajcarji, Japonji, Chinom, Płd. Ameryce, a czasem nawet Anglji i Italji. Jej przemysł wojenny opiera się na silnie rozwiniętym i zcentralizowanym przemyśle metalowym (Szkoda, Poldi, Witkowice). Na czele przemysłu wojennego stoi koncern Szkody w Pilznie, związany finansowo ze Schneidrem i z rządem swego kraju; zakłady pilzeńskie Szkody posiadają wielkie oddziały wyrobu dział (od 37 — 420 mm), karabinów, amunicji, prochu, sprawdzianów (Pilzno, Nirżany, Dudlewiec); w czasie wojny zatrudniały one 40.000 rob., wykonały między innemi 10.000 dział i 70 milj. pocisków. Do tegoż towarzystwa należą również wytw. prochu, naboi kb. i okrętów w Komarnie, samolotów w Wysoczanach, karabinów w Pradze-Smichowie, prochu w Gradeku, warsztaty artyler. w Gradek-Kralow. Przemysł wojenny w koncernie Szkody stanowi 25% wytwórczości. W łączności organizacyjnej i technicznej z temi zakładami znajduje się dawna państw. wytw. broni w Brno (10000 kb. mies. i 600 r. k. m.), oraz wyrób ciągników artyl. i czołgów w dawnej wytw. samochodów Laurin i Clement. Ogółem biorąc, zakłady Szkody jednoczą wszelkie rodzaje przemysłu wojennego.



Rys. 5. CZECHOSŁOWACJA.

Poza temi zakładami istnieje kilka drobniejszych wytwórni państwowych, jak zbrojownia w Policzka, prochownia w Pardubicach, wyt. broni młkal. i amunicji w Strakonicach. Wielka wytw. Czesko-Morawska Kolben wyrabia działa i ciągniki, Istnieje ogółem 8 wytw. naboi kb (3000 rob.), 4 wytw. kb (8000 rob.), 3 wytw. prochu i mat. wyb. (5000 rob.), wytw. masek gazowych, wytwórnie granatów ręcznych, i t. p. (Patrz mapkę).

Ogólna ilość robotników przemysłu wojennego przekracza 50.000, produkcja roczna wynosi 50 milj. dol., obciążenie wytwórni nie przewyższa 30% normalnej produkcji, która przy pełnem obciążeniu dać może miesięcznie: 1000 dział, 60.000 kb, 2000 k. m. 4000 r. k. m., nb — 150 milj., poc. art. 800.000 — co przewyższa nawet wojenną produkcję Rosji w czasie ostatniej wojny.

Rumunja. Od 1924 r. rząd rumuński dąży planowo do rozwoju własnej produkcji wojennej, opartej na zasadach handlowych, oraz do popierania tow. akcyjnych drogą różnych ulg; czynione są też starania o wciągnięcie kapitałów zagranicznych i zaangażowanie obcych specjalistów. Najwięcej rozwinięta jest produkcja naboi kb. (zbrojownie w Catroceni i Bukareszcie), tam też wykonywa się spłonki i gr. ręczne; wydajność nb. kb. — 6 milj. mies. przy 3000 rob. Pociski art, wyrabiają fabryki maszyn w Reszycy i Braszowie, pierwsza z nich należy do rządu rum. i do f. Vickersa, zatrudnia 10.000 rob. i jest jedną z większych wytw. metalowych w Europie; wyrabia się tam obecnie do 12.000 poc. lekkich i do 8000 poc. ciężkich miesięcznie, oraz istnieje tam warsztat naprawy dział. Proch bezdymny wyrabiają 3 rządowe wytwórnie (do 70 t. mies.), materjały wybuchowe — 2 prywatne (też do 70 t. mies.). Celem produkcji dział i broni małokalibrowej miały być zbudowane w 1930 r. zakłady Vickersa w pobliżu Kużyru. Warunki rozwoju przemysłu wojennego nie są tam wogóle pomyślne.

C. Rzut oka na ewolucję przemysłu wojennego i na możliwości dalszego rozwoju tegoż.

Autor rozpoczyna przegląd od początku XIX st., kiedy to na rozwój przemysłu wojennego wpływały zmiany form uzbrojenia, taktyki i techniki, następnie — rozwój ekonomiczny Europy i Ameryki oraz szybki rozwój ogólnego przemysłu maszynowego.

Chociaż wojna napoleońska dała silny impuls rozwojowi przemysłu wojennego, dzięki dużemu zapotrzebowaniu na techniczne

środki walki, jednak struktura i metody produkcji miały po dawnemu charakter chałupnictwa. Wyrabianiem karabinów zajmował się cech rusznikarski w zamkniętem kółku rzemieślników fachowców, gdzie dany zawód przechodził z ojca na syna; i ten charakter średniowieczny pozostał w tej dziedzinie produkcji najdłużej, a ślady jego są jeszcze zachowane do dziś dnia. Wyrób dział był odgałęzieniem odlewnictwa żeliwnego i bronzowego, gdzie jednocześnie wyrabiano dwony, pomniki i t. p. Najszybciej puszkarstwo rozwinęło się w Anglji i Francji, gdzie związane było z uzbrojeniem okrętów wojennych. Artylerja strzelała pociskami kulistemi pełnemi przy użyciu prochu czarnego, wyrób którego nie wymagał złożonych urządzeń, przyczem gatunek prochu był jeden i ten sam dla dział, dla karabinów, dla broni myśliwskiej, lub dla kopalń.

Dopiero w drugiej połowie XIX st. nastąpił wyraźny skok w metalurgji: zjawiała się stal Bessemera (w Sheffield), a z nią pancerze stalowe i stała walka tychże z pociskami i mocą dział. Wówczas to powstały największe zakłady przemysłu metalowego w Europie i w Ameryce; rozwój swój zawdzięczają one okresowi „zbrojnego pokoju" po 1870 r. (stworzenie licznych stałych wojsk, rozwój potęgi flot, kolonjalne ekspedycje, wojny bałkańskie i t. d.) — co pobudzało do dalszych postępów na polu metalurgji, budowy maszyn i przemysłu chemicznego, a także obróbki metali i dokładności wyrobów. Zależnie od warunków strategicznych i politycznych danego kraju dominujące znacznie posiadała bądź to rozbudowa sił morskich, bądź też wojska lądowego — a z tem związany rozwój odpowiednich gałęzi przemysłu wojennego. Na skutek niejednakowego rozwoju tego przemysłu w różnych krajach powstał międzynarodowy handel wyrobami przemysłu wojennego; największymi odbiorcami okazały się kraje bałkańskie, Turcja, Meksyk, republiki południowo-amerykańskie; rolę zaś dostawców odgrywały Niemcy, Francja i Anglja. Dzięki tym zamówieniom zagranicznym, rozwinęły się prywatne zakłady uzbrojenia, łącząc w sobie wyroby wojenne z handlowemi; jednocześnie zaopatrywały one swoje kraje ojczyste. Przemysł wojenny stał się podstawą potęgi militarnej danego kraju oraz ożywił jego bilans handlowy. Przy wyborze odbiorców mało zwracano uwagi na polityczne zabarwienie tegoż: firma francuska zarówno sprzedawała broń np. Turcji, jak i Serbji, Bułgarji i Grecji — jej przeciwnikom; firmy niemieckie zaopatrywały w broń Rosję i Italję, nie bacząc na to, że broń ta może się zwrócić przeciw nim; wytwórnie europejskie sprzedawały broń

Chińczykom pomimo „żółtego niebezpieczeństwa", a w czasie wojny rosyjsko-japońskiej obie strony otrzymywały uzbrojenie z Francji. Były fakty, że firmy prywatne różnych krajów, nawet wzajemnie wrogich — tworzyły spółki handlowe. Dość wspomnieć o truście t-wa Nobel, który jednoczył zakłady w Szwecji, Niemczech, Anglji, Australji, Italji i Stanach Zjednoczonych; a firmy angielskie Armstronga, Whithwortha i Vickersa miały swe filje w Italji, Rosji i Japonji. Hasłem bowiem ogólnem było „jeżeli ja nie sprzedam, to sprzeda ktoś inny", przy czem grało tu rolę nieraz osobiste zainteresowanie kierowników państwowych w dochodowości firm.

W początkach XX st. nastąpiło przezbrojenie wojska wielkich mocarstw (karabiny powtarzalne, działa szybkostrzelne, karabiny maszynowe), a nowe wojny (angielsko-boerska, rosyjsko-japońska, bałkańskie) zabezpieczały dalszy popyt sprzętu uzbrojenia; ponadto wyścig zbrojeń morskich rozwinął w dalszym ciągu różne gałęzie przemysłu wojennego; wynikiem zaś tego nie był przyrost ilościowy odnośnych przedsiębiorstw, lecz rozszerzenie się istniejących wielkich firm, w których zwykle produkcja przedmiotów uzbrojenia stanowiła nawet niewielką tylko część ich wytwórczości na polu metalurgji i budowy maszyn (Vickers, Armstrong, Krupp, Scheider, Szkoda, Bethlehem, Ansaldo, Micubiszi). Plany mobilizacji przemysłu szczególniej rozwinięte były w Niemczech.

Wojna 1914-18 r. szybko zużyła istniejące zapasy sprzętu uzbrojenia i musiano użyć wszelkich sposobów, aby w wielkiej mierze rozwinąć ich produkcję, — zastosowano tedy rozwój istniejących wytwórni wojskowych, mobilizację mnóstwa wytwórni przemysłu cywilnego i budowę nowych.

Niemniej jednak zakłady kadrowe przemysłu wojennego wyróżniały się jakością wyrobu oraz zachowały wyłącznie dla siebie pewne specjalne działy, wymagające wykwalifikowanych więcej pracowników i specjalnych instalacyj, jak np. wyrób dział, broni małokalibrowej lub prochu; natomiast przemysł zmobilizowany zajęty był w dużej skali wyrobem pocisków i łusek i tutaj ilościowo przewyższał znacznie zakłady stałe przemysłu wojennego (wojna światowa pochłonęła masy pocisków wartości 30 miljonów dolarów). W Niemczech próbowano przekazywać wyrób części karabinowych firmom cywilnym. Pomimo znacznego rozwoju przemysłu, państwa wojujące odczuwały poważny kryzys w zaopatrzeniu w materjał wojenny.

Na barkach zatem przemysłu wojennego kadrowego spoczęły 3 główne funkcje: wyrób przedmiotów specjalnych, pomoc w uru-

chomieniu zakładów zmobilizowanych i zapewnienie zaopatrzenia bojowego w okresie mobilizacji przemysłu.

Po wojnie światowej znaczenie kadr przemysłu wojennego pogłębiło się jeszcze; od poziomu tego przemysłu zależy możność *przezbrojenia* wojska w sprzęt nowoczesny. Rodzimy przemysł wojenny musi też w czasie pokoju dostarczać amunicji do ćwiczeń (we Francji na rok potrzeba np. do tego celu 100 milj. naboi kb) oraz przygotować pewne zapasy mob. (w tejże Francji uzupełnienia zapasów mob. pochłonęły w 1928 r. sumę 700 milj. fr.), co ma również duże znaczenie ekonomiczne: zmniejszenie importu, zmniejszenie bezrobocia, oraz polityczne: ze względu na przygotowanie przemysłu do zadań czasu wojennego i uniezależnienia się od zagranicy. Jednak należy mieć na uwadze, że żaden przemysł wojenny nie podoła w razie wojny bez pomocy mobilizacji przemysłu cywilnego. Utrzymanie kadrowych zakładów w stanie gotowości mobilizacyjnej kosztuje drogo; w krajach, gdzie znacznie rozwinięty jest przemysł ogólny, liczą raczej na możność zmobilizowania tegoż; w krajach o słabym przemyśle — musi istnieć specjalny przemysł wojenny już w czasie pokojowym.

Dane porównawcze (przybliżone) różnych krajów.

TABLICA 1.

Ilość robotników w tysiącach zajętych w przemyśle wojennym w 1928 r.

K R A J E	W zakł. państw.	W zakł. pryw.	Razem	W czasie wojny 1914 — 1918 r.
Anglja	60	90	150	600
Francja	50	75	125	650
Italja	15	45	60	250
Stany Zjednoczone	65	75	135	500
Japonja	60	50	115	—
Polska	20	25	45	—
Czechosłowacja	10	45	55	—

Wobec rozmaitej sprawności (w różnych krajach i różnych rodzajach wytwórczości) rozmiary produkcji nie są proporcjonalne do siły roboczej.

TABLICA 2.

Ilość robotników w tysiącach z podziałem na różne gałęzie przemysłu wojennego w 1929 r.

Kraje / Gałęzie przemysłu	Anglja	Francja	Italja	Stany Zjednocz.	Japonja	Polska	Czechosłowacja
Budowa okrętów wojennych	75	40	20	70	60	1	—
Działa	20	25	10	15	15	1	7
Broń małokalibrowa	10	14	7	10	10	10	10
Proch i mat. wybuchowe	10	6	5	6	6	8	8
Amunicja wszelaka	10	10	7	5	10	15	15
Samoloty wojenne i silniki lotnicze	18	22	8	11	10	4	8
Inne	7	8	3	8	4	6	7

Możliwości produkcyjne wymienionych wyżej państw mało się zmieniły po wojnie, powstały coprawda nowego rodzaju wytwórnie, jak np. czołgów, masek gazowych, rozwinęły się znacznie wytwórnie samolotów. W krajach drugorzędnych powstał na nowo przemysł wojenny i rozwija się nadal (Polska, Czechosłowacja, Chiny, Indje, Bałkany, Płd. Ameryka). Ogółem w przemyśle wojennym pracuje obecnie ponad miljon ludzi, wytwarzając rocznie za miljard dolarów. Przemysł wojenny dąży do dalszej reorganizacji i modernizacji, tempo zbrojeń nie ustępuje; przezbrojenie i odświeżanie zapasów sprzętu wymaga dużej aktywności przemysłu wojennego. Dążeniem tego przemysłu jest racjonalizacja zakładów i asymilizacja w pewnym zakresie z przemysłem cywilnym, z pozostawieniem kadr specj. wytwórczości. Przemysł ten dąży do specjalizacji, do stosowania lepszych metod pracy i wytwórczości (lepsze obrabiarki,

TABLICA 3.

Zestawienie max. wartości produkcji miesięcznej kadrowych zakładów wojskowych w 1917/18 r.

PRZEDMIOT	Anglja	Francja	Italja	Stany Zjednocz.
Proch	14750	15000	—	12000 tonn
Naboje kb.	270	200	100	360 milj. sztuk
Karabiny	100	100	120	300 tys. sztuk
Działa	1000	1500	1000	1000 sztuk
Zapalniki	3	5	1,5	2 milj. sztuk
Dwójnogi do k. m.	6000	7000	1200	10000 sztuk
Samoloty	3000	2500	1000	2000 sztuk
Silniki lotn.	2000	3000	1500	5000 sztuk

harmonizacja pracy, zamienność części, lepsze materjały i t. p.). Wytwórnie przemysłu wojennego uzupełniają swoją produkcję wyrobami handlowemi (mat. wyb. górnicze, lakiery, sztuczny jedwab, rowery, maszyny do pisania i t. p.), natomiast wytwórnie cywilne otrzymują zamówienia „doświadczalne czyli wychowawcze". Podobnie, jak obecnie cały naród staje się armją czasowo zdemobilizowaną, tak też i cały przemysł staje się systemem czasowo zdemobilizowanych zakładów wojskowych.

D. Przegląd pobieżny przemysłu wojennego w krajach mniejszych (w porządku alfabetycznym).

Austrja — posiada b. ograniczony przemysł wojenny, są to głównie: wytw. karabinów w Steyr i wytw. naboi kb. w Hirtenbergu, pracujące na wywóz.

Belgja — posiada kilka większych zakładów, jak np. fabrykę narodową w Herstal (karabiny, kar. masz. i pistolety), wytw. dział

w Serenge (Cockerill); 4 państwowe wytwórnie: karabiny i odlewnia stali w Liege, działa w Antwerpji i pociski w Zuidrecht.

Bułgarja — po rozbrojeniu nie posiada swego przemysłu wojennego.

Danja. Oprócz zbrojowni rządowej istnieje wytw. karab. tow. Rekül-Riffel w pobliżu Kopenhagi; wyrabia ona k. m. ręczne i lotnicze syst. Madsena.

Estonja — posiada jedynie warsztaty naprawcze i wytw. masek przeciwgazowych.

Finlandja. W ostatnich czasach rozwinął się tam przemysł państwowy jak np. wytw. prochu w Wichtawuori, lub wytw. kb. w Juwiaskiula; poza tem istnieje kilka wytw. naboi kb. (jedna z nich w Helsinkach).

Grecja. W Atenach wytw. naboi kb. i samolotów w Falerze (firmy Beardmore).

Holandja — posiada kilka wielkich wytw. prochu i naboi *).

Hiszpanja. Przemysł wojenny jest tam dość silnie rozwinięty, przedstawicielami jego są np. wytw. państwowe dział ciężkich i pocisków w Trubije, wytw. dział lekkich w Sewilji, wytw. karabinów w Ovijedo, wytw. naboi kb. w Toledo i Sewilji, prochownie w Grenadzie i Marcji, wytw. chemiczna (gazów bojowych) pod Madrytem, oraz kilka wytw. prywatnych (działa, proch, pociski).

Jugosławja. Rozwój przemysłu wojennego napotyka na duże trudności. Istnieje wytw. kb. i pocisków w Kragujewaczu, prochu w Kruszewaczu, zapalników i elaboracji w Sarajewie.

Litwa — nie ma wytwórni przemysłu wojennego.

Łotwa. W Rydze zbudowała czeska firma wytwórnię naboi, istnieje też wytw. min morskich zaporowych.

Mandżurja. Nowoczesne wytwórnie wszelkich przedmiotów uzbrojenia zjednoczone są pod egidą zbrojowni w Mukdenie; pracuje tam 10.000 robotników przy produkcji miesięcznej 3000 kb., 10 k. m., 20.000 poc. art., 5 milj. nb. kb. i 20 dział. Dalszy rozwój jest przewidziany.

Norwegja. Kilka drobnych wytwórni prywatnych prochu i amunicji; w budowie wytw. karabinów.

Persja. Na razie istnieje tylko zbrojownia w Teheranie.

Portugalja. Przemysł wojenny w zarodku.

---

*) Wytw. dział Tow. Przemysłu i Handlu oraz wytw. prywatne precyzyjnych aparatów do kierowania ogniem (przyp. rec.).

Szwajcarja. Państwowa wytwórnia broni mkal. w Bernie oraz prywatna Bergmana; wytw. dział Oerlikon, wytw. naboi w Solothurn (własność jakoby niemiecka). Produkcja przeznaczona przeważnie na eksport.

Szwecja. Posiada 3 wielkie wytwórnie uzbrojenia: dział w Bofors, prochu f. Nobel tamże oraz państw. wytw. kb. w Eskilstun, ponadto szereg drobnych (amunicja). Wytw. w Bofors, posiadająca zapewne pomoc Kruppa, jest jedną z największych wytw. dział na świecie; produkcja jej opiera się na doskonałym gatunku stali krajowej; wyrabia ona działa morskie dla własnej floty, oraz polowe i przeciwlotnicze na zamówienia zagraniczne; do dział wyrabia kompletną amunicję.

Turcja. Cały przemysł wojenny znajduje się pod zarządem Min. Wojny. Po wojnie powstały tam: wytw. prochu pod Konstantynopolem, oraz w pobliżu wytw. pocisków; czasowo istniała wytw. zapalników i naboi kb. w Angorze. Obecnie rząd czyni starania, aby stworzyć wielki przemysł wojenny przy pomocy firm zagranicznych i od 1928 r. rozpoczęto budowę różnych wytwórni w okręgu Angory. Brak odpowiednich warunków utrudnia znacznie rozwój tego przemysłu.

Węgry. W pobliżu Budapesztu powstają wielkie zakłady nowocześnie urządzone, lecz ujęte w ramy powojennych traktatów.

SPROSTOWANIE BŁĘDÓW

W WIADOMOŚCIACH TECHNICZNO-ARTYLERYJSKICH Nr. 14.

Str. 55. — Rys. 16 napis pod rysunkiem zamiast „*Jedna usadowa*„ powinno być „*Jama usadowa*".

Str. 60. — wiersz 1 z góry zamiast „32 mm a *szerokość* 5 mm" powinno być „32 mm a *wysokość* 5 mm".

Str. 60. — wiersz 10 z dołu zamiast wyrazu „*podeutentoidalnej*" powinno być „*podeutektoidalnej*".

Str. 61. — Napis pod rysunkiem 26 zamiast „Przełom bloczka *w*" powinno być „Przełom bloczka *z*".

Str. 64. — Napis pod rysunkiem 32 powinien być zamiast wyrazu w nawiasie „*austemityczna*" powinno być „*austenityczna*".

Str. 75 — wiersz 11 z dołu — zamiast „*zatosować*" winno być „*zastosować*".

str.	wiersz		Wydrukowano:	Powinno być:
30 —	14	od dołu:	$(NH_2CO . CO . OC_2HS)$	$(NH_2CO . CO . OC_2H_5)$
30 —	10	„ „	Cyjano fosgen	Cyjanofosgen
30 —	9	„ „	$[CO (CN)_2]$	$[CO (CN)_3]_x$
31 —	8	„ góry:	fosgenochloromrówczanów	fosgenu — chloromrówczanów
32 —	14	„ dołu:	Em. Gischer	Em. Fischer
33 —	10	„ góry:	$Te Cl_3$	$Fe Cl_3$
34 —	5	„ „	ciężaru	ciężarze
34 —	16	„ „	ciężaru	ciężarze